CIENCIA E INVESTIGACIÓN

REVISTA PATROCINADA POR LA ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

MARZO

1951

Volumen [redacted] VII   Número 3   Págs. 97-144

SUMARIO

CIENCIA E INVESTIGACION

Avda. R. Sáenz Peña 555 T. E. 33-5324 Buenos Aires - Argentina

MESA DE REDACCION

Eduardo Braun-Menéndez, Venancio Deulofeu, Ernesto E. Galloni, Horacio, J. Harrington, Juan T. Lewis, Lorenzo R. Parodi.

DELEGADO EN EUROPA: Dr. Pablo O. Wolf.
(World Health Organization, Palais de Nations, Geneve).

SECRETARIO ADMINISTRADOR: Abel J. Ceci. *(suscripciones, ventas, avisos)*

SUSCRIPCION

Argentina: 1 año (12 números) .... $ 40.—
Miembro A.A.P.C. (suscripción directa) .... „ 30.—
Colección completa (1945 a 1951 inclusive) .... „ 200.—
Brasil: (Porto Alegre): Liv. Vera Cruz Ltd., C. Postal 936 .... Cr. 150.—
(Sao Paulo) Sociedad Brasileira P. o Progreso da Ciencia, C. Postal 2926.
Chile: Sociedad Médica de Santiago (Merced 565, Santiago)
Europa: Uitgeverij Dr. W. Junk, Van Stolkweg 13, Den Haag, Holanda, Fl. 19.—
Estados Unidos: Stechert-Hafner Inc.
21 East 10th Street, New York, 3, N. Y. .... 5 dólares

Ejemplar $ 4.— m/n. *Registro Propiedad Intelectual Nº 345659*


Gracias a la colaboración de investigadores de reconocida idoneidad científica, en los laboratorios de la "Ciba" se logra crear continuamente nuevos medicamentos, que debido a la constancia de su calidad, gozan de la entera confianza por parte del médico.
PRODUCTOS QUIMICOS CIBA S. A.


Sulfato de
FENILISOPROPILAMINA
Estimulante suave de la corteza cerebral
y del sistema nervioso periférico por la
FENIL - ISOPROPILAMINA
Aumenta el metabolismo.
Activa las combustiones intracelulares.
Produce euforia fisiológica.
ORFORIN
Bagó
INDICACIONES:
Obesidad
Narcolepsia
Fatiga psicofísica
Presentación:
Tubo de 40 grageas
Productores: LABORATORIOS BAGÓ

AÑO VII MARZO 1951 NUMERO 3

CIENCIA E INVESTIGACIÓN

Revista patrocinada por la Asociación Argentina para el progreso de las Ciencias

Obligaciones de los hombres de Ciencia

HACER comprender la ciencia, informar al público sobre sus adelantos y descubrimientos, orientar a pueblos y gobiernos en la aplicación de los conocimientos científicos para el bien y no para la destrucción o la esclavización del hombre y procurar la difusión de ciertos hábitos mentales propios del pensamiento científico es una necesidad urgente del momento actual. A los hombres de ciencia les toca el papel principal en esta tarea.

En la Argentina, y en toda la América Latina la divulgación de los conocimientos científicos se hace en forma tan deficiente que casi se puede decir no existe. La prensa general publica ocasionalmente noticias sobre descubrimientos científicos, pero sin crítica, más aún, las afirmaciones charlatanescas suelen tener mayor repercusión que los resultados obtenidos por investigadores serios.

La información de los progresos de la ciencia debe hacerse a diversos niveles culturales. En primer término deben ser informados los hombres de ciencia, pues está tan diversificado el trabajo científico que cuando se utiliza el lenguaje propio de una ciencia para tratar un problema determinado sólo un corto número de especialistas pueden entender de lo que se trata. Este tipo de información lo efectúan *Nature* y *Science* en el habla inglesa, y en la América Latina *Ciencia e Investigación*, que se publica regularmente desde hace más de 6 años y *Ciencia e Cultura*, en portugués, que ha aparecido recientemente. Estas revistas deberían tener y tendrían mayor difusión si no fuera por las dificultades de cambio, pues la experiencia de Ciencia e Investigación demuestra que llenan una sentida necesidad.

Un segundo nivel cultural es el del público ilustrado, al que llega, por ejemplo, el *Scientific Monthly* y *La Nature*. En la América Latina las dos revistas mencionadas tratan de hacerlo, pero no lo logran en forma satisfactoria.

El tercer nivel es el gran público, que tiene tan sólo instrucción general o aun

es semi-iletrado. Este sector puede comprender, por ejemplo, la revista "*Science illustrated*", y a él deben ser dirigidas las audiciones radiales. Es preciso tener en cuenta que el nivel de instrucción del gran público latino-americano no es tan alto como el de Europa o de Estados Unidos, y que por lo tanto el lenguaje a usar debe ser más simple y las exposiciones más elementales.

La publicación de revistas y la organización de programas radiales de este tipo tropezará con dificultades de dos índoles. En primer término el problema económico: no satisfacerán una demanda actual y será necesario crear la conciencia de la necesidad que se trata de satisfacer. No hay, por lo tanto, incentivo económico inmediato en estas empresas; pero la experiencia en otras partes del mundo y el éxito logrado por las revistas de índole técnica popular demuestran que en un plazo no muy largo pueden publicarse sin pérdida y aún con ganancias.

La segunda dificultad es más seria: el número de los hombres de ciencia en la América Latina es escaso y más escaso aún el de quienes pueden exponer temas científicos en forma que puedan interesar al gran público. La divulgación científica debe ser hecha por investigadores en actividad, sólo ellos mantienen el contacto con la realidad científica y están al día en sus progresos. Los divulgadores profesionales no pueden dar una visión auténtica de esa realidad porque al hacer de la presentación en forma atrayente para que pueda ser apreciada por todos la preocupación máxima de su pensamiento, consciente o inconscientemente desfiguran la verdad científica. El auténtico hombre de ciencia, en cambio, pone en primer término la verdad objetiva; por eso podrá fallar la claridad y la sencillez o la amenidad, pero no la exactitud de su exposición. Debe estimularse, por lo tanto, a los hombres de ciencia a que empleen una parte de su tiempo en hacer conocer del público los adelantos de la ciencia que cultivan y sus posibles aplicaciones. El tiempo dedicado a esta tarea no debe, sin embargo, ser tal que perjudique su labor normal en la investigación.

Una agencia central que recoja y distribuya noticias de los adelantos científicos y de la actividad del mundo científico, como es *Science Service* de Washington, puede ser de gran utilidad. Esta agencia debería estar en condiciones de ofrecer a toda la prensa no sólo noticias corrientes de esta índole, sino también información especial sobre asuntos científicos que los periódicos podrían solicitar. Se podría así evitar la difusión de pseudodescubrimientos, como los que aparecen con frecuencia sobre curas maravillosas de enfermedades tenidas por incurables, sueros que mantienen perpetua la juventud etc., pues la agencia podría hacer circular rápidamente una información exacta sobre el origen y el significado de estas fantasías.

Los conocimientos científicos se pueden también divulgar por medio de ediciones económicas de libros en que se exponen en forma sencilla, como ya lo hacen ciertas editoriales sudamericanas. Obras típicas de esta índole son el "Universo de la luz" de L. Bragg y "La sabiduría del cuerpo" de W. B. Cannon. No sería el caso subvencionar estas publicaciones, pero se puede contribuir a su difusión, y por lo tanto indirectamente a su financiación, por medio de comentarios bibliográficos en diarios y revistas o leyendo por radio trozos escogidos.

La conferencia de divulgación ha sido tal vez uno de los medios más empleados en nuestros países para hacer conocer los progresos de la ciencia. En cambio se ha utilizado poco la demostración científica, en la cual el público hace observaciones o presencia experimentos científicos, como son los que efectúa la Royal Institution de Londres, o las exposiciones de su trabajo que anualmente hacen ciertas instituciones inglesas con el objeto de informar al público o reunir fondos.

Las Diatomeas

Por el Dr. Joaquín Frenguelli
(Instituto de Geología - Universidad de Buenos Aires)

En el ambiente microscópico y ultramicroscópico se ocultan infinitos seres, cuyo conocimiento va aumentando a medida que se intensifica su estudio y progresa el poder de ampliación y de resolución de nuestros instrumentos ópticos. Todavía está muy lejos el día en que todos ellos podrán ser descubiertos y correctamente interpretados; sin embargo, ya sabemos lo suficiente como para abarcar una visión amplia dentro de este mundo infinito e infinitamente pequeño.

Si bien no fué posible aceptar, en toda su integridad, el concepto de Haeckel, quien, bajo el nombre de Protistas, quiso reunirlos a todos en un reino biológico aparte, la denominación propuesta por el sabio naturalista alemán ha cundido por cómoda, tanto más que para muchos de estos microorganismos todavía no podríamos decidir si asignarlos a los protozoarios o bien a los protofitos, o si considerarlos como biontes elementares e indefinidos, en cierto modo intermediarios entre el reino vegetal y el animal.

Dentro de medios húmedos, de que todos ellos precisan, muchos se abrigan en los líquidos o en los tejidos de formas biológicas superiores, animales o vegetales, como parásitos muchas veces patógenos, como saprófitos, como simbiontes o bien como simples comensales; otros, en cambio, viven su vida propia, fijos sobre otros organismos o sobre rocas, en que sólo buscan un sostén, o bien completamente libres, solitarios o reunidos en comunidades; deslizándose por el fondo de las cuencas *(bentos)*, flotando pasivamente o desplazándose con movimientos activos, a veces sumamente dinámicos, en el espesor de masas líquidas *(necton)* o en las capas superficiales de las aguas *(plancton)*.

En su totalidad, son microorganismos formados por una célula única o hasta por fracciones de células, pero que sintetizan admirablemente todas las funciones fundamentales de la vida; desnudas o revestidas por una membrana albuminosa, gelatinosa, celulósica, calcárea o silícea. Y mientras su protoplasto muestra una sencillez morfológica, ordinariamente desconcertante por la uniformidad de su constitución, la membrana ofrece, en cambio, una extraordinaria diversidad de formas y a menudo una sorprendente riqueza de detalles, distribuídos en simetría zigomorfa o actinomorfa y arreglados según dibujos ornamentales, con frecuencia de primorosa belleza. De esto emerge evidente el aforismo linneano "*natura miranda en minimis*": realmente estos microorganismos así revestidos son joyas admirables, que la naturaleza ha generosamente esparcido en el microcosmo quizá para cuál sabio y recóndito fin.

Sin duda, entre estas diminutas joyas, sobresale la clase de las Diatomeas por su vasta distribución y por la inmensa variación de forma de sus representantes. Ellas se destacan también por su notable importancia en la economía de la vida, suministrando directa o indirectamente el alimento de todos los seres que pueblan las aguas, en los mares, en los ríos, en los lagos, en los estanques y en todas partes donde un grado suficiente de humedad permite el pulular de la vida acuática. Y quizá más impor-

tancia aún tuvieron en épocas geológicas pasadas, cuando, en cuencas marinas y lacustres, sus diminutos depojos pudieron acumularse en cantidad tan grande como para formar esos depósitos, blancos y livianos, a veces de muchos centenares de metros de espesor, que hoy explotamos bajo el nombre de trípoli, tierra de infusorios, harina fósil, kieselguhr, diatomita, etc. Pero algo parecido ocurre también hoy, especialmente en las cuencas marinas peripolares, cuyas aguas, por la presencia de grandes masas de Diatomeas adquieren el color aceitunado que las distingue, y cuyo fondo está cubierto por un grueso manto de "limos de diatomeas", por una extensión calculada en diez millones de millas cuadradas.

Por lo que se refiere a la economía de la naturaleza un hecho importante también consiste en que sus pequeños frústulos, expuestos al aire y desecados, son llevados por el viento a grandes alturas y a notables distancias junto con el pulvísculo atmosférico de que entran a formar parte. Su larga persistencia en el aire no destruye su vitalidad y, por lo tanto, al caer nuevamente en ambiente propicio, vuelven a la actividad de la vida, a menudo muy lejos de su punto de partida. Esto nos explica el cosmopolitismo de la máxima parte de las especies diatómicas; mientras sus caídas en superficies secas justifica la antigua opinión de Ehrenberg, sostenida también por Gregory en lo que concierne a nuestras regiones cordilleranas, de que los frústulos en las Diatomeas constituyen un factor importante para el incremento del suelo.

En cuanto a la economía humana, las Diatomeas van adquiriendo valor cada día en el progresivo desarrollo de nuestras industrias: tanto en su condición de seres vivientes, como en su estado de despojos fósiles.

Al estado viviente, su mayor importancia económica corresponde a la industria de la pesca y la piscicultura. Su valor en tal caso puede concretarse en la afirmación de que las Diatomeas, en todas las aguas, representan los que las hierbas y los pastos son en la superficie de los continentes. Y, al respecto, de acuerdo con A. Mann, debemos extrañar que el estudio metódico de este importante elemento haya sido tan descuidado en América: cuando la flora diatómica de nuestros lagos, de nuestras costas marinas y de nuestros mares abiertos sea suficientemente conocida, sólo entonces estaremos en condición de comprender mejor ciertos problemas, como la migración horizontal y vertical de los peces, la presencia o la preponderancia de ciertas especies en determinadas aguas; y no es improbable que entonces podrán descubrirse medios adecuados, especialmente en los ambientes lacustres, para aumentar el alimento de los peces y mejorarlo, de la misma manera como la agrostología trabaja para el mejoramiento de la industria de nuestro ganado.

En realidad, la presencia o la ausencia de Diatomeas, sobre todo de ciertas especies de Diatomeas, sus desplazamientos horizontales y verticales, en parte debido a las corrientes, pero sobre todo a las actividades biológicas de las Diatomeas mismas o a cambios mesológicos (ecológicos o fenológicos), son los factores que condicionan la presencia o la ausencia, permanente o estacional de las especies ictiológicas y de los cardúmenes, sus migraciones y su situación en los mares, así como también la posibilidad o la imposibilidad de realizar crías de peces y de moluscos en determinadas lagunas y en determinadas costas marinas.

En su estado fósil, ellas ofrecen notables servicios a la ciencia, a la técnica y a la industria. Sus frústulos diseminados en las rocas son microfósiles que proporcionan a la geología datos valiosos para determinaciones estratigráficas y cronológicas, y también para la interpretación de las condiciones físicas de los antiguos ambientes de sedimentación. En la técnica, se debe al frústulo diatómico especialmente el perfeccionamiento del microscopio, por el afán de los diatomólogos en resolver cada vez más y

mejor la finísima estructura de sus valvas. En la industria, sus acumulaciones en forma de trípoli puro hallan aplicaciones cada vez más numerosas e importantes: en la fabricación de polvos para limpiar metales; de pastas dentífricas; de ciertos vidrios, porcelanas y utensilios refrectarios; de filtros para aceites, sueros, vacunas y toxinas bactéricas; de camisas para tubos de vapor, de aparatos de refrigeración o de otro artefacto en que se necesita un material no combustible ni conductor; de explosivos, especialmente de dinamita según el método Nobel; etc.

En fin, entre las utilidades que nos prestan las Diatomeas fósiles es interesante recordar cómo, en Medicina, el trípoli sirvió para provocar sólidos coágulos venosos, para suministrar estimulantes inertes de la mucosa gastro-intestinal, y para la interpretación de ciertos tumores malignos, como, por ejemplo, el sarcoma de Rous, cuyos fibroblastos atípicos e invasores, mediante inoculaciones de frústulos, pudieron ser reproducidos en los músculos de la gallina, por Poduwissosky en Europa y por Tello y Brachetto-Brian entre nosotros.

Pero, por sobre todo el interés práctico y utilitario que brindan las Diatomeas, al estudioso subyuga la rara y multiforme belleza de estas microscópicas joyas, fuente inagotable de hondas satisfacciones espirituales, y también sugestionan los numerosos problemas, de difícil solución, que plantea la compleja biología de la célula diatómica.

En efecto, dentro del microscópico espacio de su ser, la Diatomea conforma su membrana de las maneras más diversas y, mediante puntos, rayas, ranuras, orificios, distribuídos simétricamente y en combinaciones variadísimas, la engalana de dibujos a cual más artístico; y condiciona su diminuto protoplasto, siempre aparentemente sencillo y uniforme en las 12 000 o más especies hasta ahora conocidas, en forma tal que pueda desempeñar en los medios más diversos una exuberante actividad trófica, cinética y reproductiva de una manera tan complicada como quizá no se observa en ningún otro ser viviente.

A raíz de tal complejidad de funciones biológicas, entre las cuales, para muchas especies, vemos curiosos movimientos activos, por mucho tiempo se discutió si las Diatomeas debían enumerarse entre los animales o los vegetales. Hoy sabemos ya a ciencia cierta que ellas son protistas vegetales por cuanto su célula está provista de una membrana sólida y, salvo en casos particulares en que ella se ha adaptado a una vida saprofítica entre los materiales en putrefacción en el fondo de las cuencas, desempeña una función fotosintética, por la cual, como las demás plantas, traen de la luz la energía suficiente para transformar en materia orgánica los elementos químicos del ambiente que la rodean y asimilarlos para su sustento.

Y dentro de los vegetales, se consideran como una clase del gran grupo de las Algas, al lado de las Conjugadas. Pero se distinguen de todos los demás miembros del grupo por encerrar su monoplasto dentro de una membrana silícea de una conformación absolutamente particular.

En efecto, como en ningún otro caso, esta membrana silícea, generalmente incolora y hialina, se compone de dos valvas (semitecas) que se ajustan una dentro de la otra como las piezas de una caja y, como éstas, se deslizan por sus bordes toda vez que la célula necesita aumentar el volumen de su protoplasma.

El contenido de esta microscópica caja es muy sencillo y uniforme en todas las Diatomeas. En él (fig. 1-A) podemos distinguir: una masa protoplasmática finamente granulosa, que se condensa alrededor del núcleo (endoplasma) y alrededor de la pared interna de las valvas (exoplasma), mientras forma una red de mallas laxas (mioplasma) entre el protoplasma perinuclear y el perivalvar; un núcleo globoso, lenticular o reniforme, provisto de uno o dos nucléolos; un centrosoma muy pequeño y a menudo visible con mucha dificul-

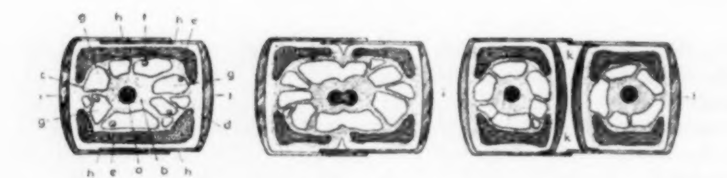


Fig. 1. — *Corte esquemático a través del frústulo de una Diatomea (Pinnularia) al estado de reposo (A) y en división celular (B, C). a, núcleo; b, endoplasma; c, mioplasma; d, exoplasma; e, endocroma; f, glóbulos aceitosos; g, alvéolos de la cavidad central; h, conectivos; i, epivalva; j, hipovalva; kk, valvas de nueva formación (hipovalvas) de las células hijas al terminar el proceso de división.*

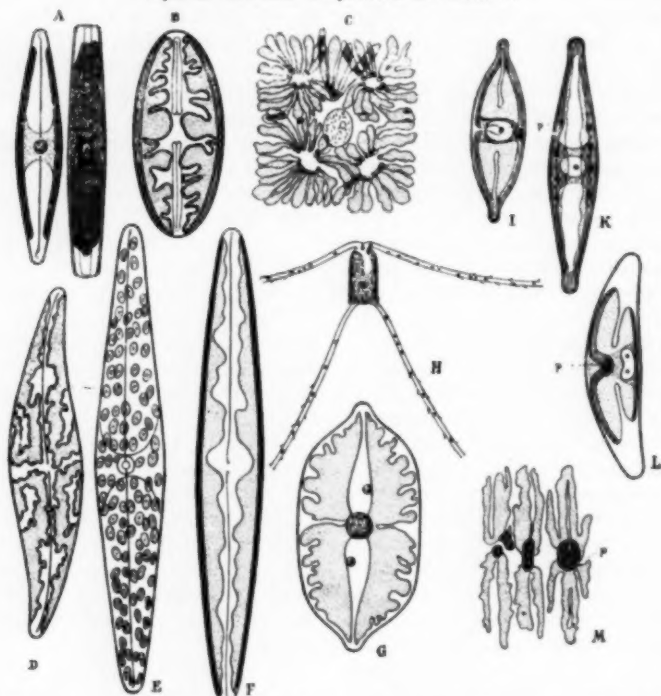


Fig. 2. — *A-H, diferentes tipos de cromatóforos (esdocroma); Navicula viridula (placas); B, Diploneis Smithi (placas lobuladas); C, Rhabdonema arcuatum (pequeñas placas estrelladas); D, Pleurosigma angulatum (bandas fesfoneadas); E, Pleurosigma rigidum var, gigantea (gránulos); F, Trachyneis aspera (placas festoneadas); G, Navicula humerosa (placas liradas y festoneadas); H, Chaetoceros criophilus (gránulos en el interior de apéndices filiformes). L-M, diferentes tipos de pirenoides: l, Anomoeoneis spraerephora; K, Stauroneis proenicenterosn L, Cymbella cistula; M, Grammatophora marina; p, pirenoides. (Según Karsten, Hustedt, Mereschkowsky, Heinzerling).*

tad; un conjunto de plástidos de color pardo amarillento o verduzco, esparcido en gránulos o reunidos en placas de la más variada forma (fig. 2). A estos plástidos, cuyo conjunto se denomina endocroma, se debe el característico color

al mismo está confiada la fotosíntesis: bres de pleura o banda conectival, por cuanto es la parte que realiza la conexión

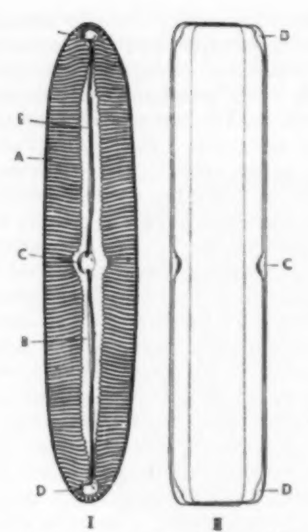


Fig. 3. — *Frústulo de* Pinnularia viridis.:*I, visto por el lado valvar; II, visto por el lado conectival. — A, estrías; B, área; C, nódulo central; D, nódulos terminales; E, rafe. 1200/1.*

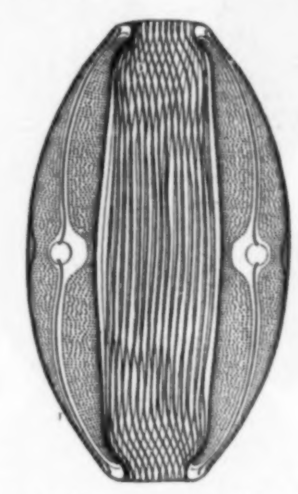


Fig. 4. — Amphora araucaniana *Freng. aumentada 1200 veces.*

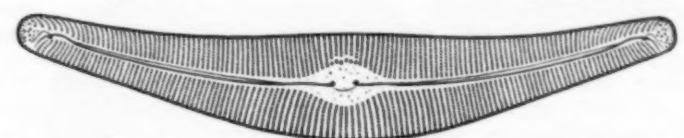


Fig. 5. — Cymbella Nordenskiöldi *var.* peruviana *Freng., aumentada 1200 veces.*

su pigmento, que algunos autores consideran como una fucoxantina compuesta de xantófila, clorofucina y fucoxantina, y otros como una carotina particular (diatomina), sin duda contiene siempre una pequeña proporción de clorófila y tiene una función análoga a la de la clorofila verde de los demás vegetales.

La membrana silícea, cuyo conjunto indicamos con el nombre de frústulo o teca, tiene, en cambio, una forma sumamente variable y propia para cada entidad (especie, variedad o forma) diatómica. En cada semiteca, como en cada pieza de una caja, se distinguen dos partes (fig. 1-B): la *valva* y la *zona*. Esta última se indica también con los nompardo de las asociaciones diatómicas, y

de ambas valvas. Las zonas salen en ángulo recto del perímetro valvar y la de la valva superior *(epivalva)*, que en la microscópica caja funciona de tapa, cubre la zona de la valva inferior *(hipovalva)*. El conjunto de las dos zonas así ajustadas lleva el nombre de *cíngulo* o sutura.

La superficie del cíngulo ordinariamente es lisa y el frústulo, visto por el lado conectival (fig. 3-II) muestra siempre un contorno rectangular o cuadrangular, con ángulos redondeados, a veces prolongados por filamentos o protuberancias en las especies que viven reunidas en asociaciones filamentosas.

La superficie de la valva (fig. 3-I), en cambio, es siempre más o menos lujosa-

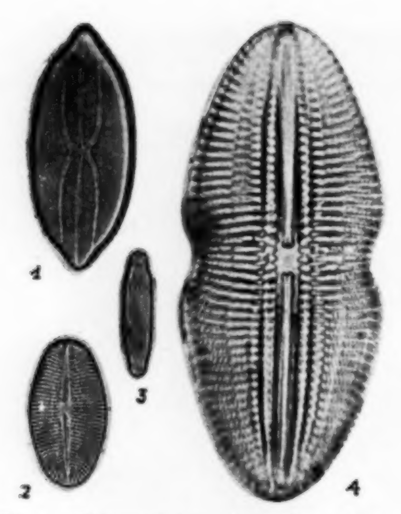


FIG. 6. – *Diatomeas pennadas. 1.* Navicula lyra *Ebr.* 2. Diploncis argentina *Freng. 3.* Pinnularia microstauron *(Ebr.) Cl. 4.* Diploneis crabro *var.* gloriosa *(J. Brun) Cl 450/1.*

mente adornada y, en las diferentes especies, asume formas diversísimas: cuadrangular, rectangular, rómbica, navicular, claviforme, circular, elíptica, orbicular, semilunar, triangular, poligonal de cinco o más lados, estrellada, etc. Sus adornos a veces se disponen en simetría bilateral (cigomorfa) y otras en simetría radial (actinomorfa). Sobre esta base, las Diatomeas se dividen en dos grandes órdenes: Pennadas *(Pennales)* y Céntricas *(Centrales)*, respectivamente.

En las Pennadas (figs. 3-6), los adornos se arreglan simétricamente a ambos lados del eje principal de la valva, a menudo recorrido por una línea mediana o *rafe* (en realidad una fisura de estructura muy compleja), formada por dos ramas que se juntan en el centro de la valva, dentro de una formación nodular *(nódulo mediano)*, y terminan a cada extremo valvar, dentro de formaciones análogas *(nódulos terminales)*. A lo largo del rafe corre una zona de superficie lisa, más o menos angosta, que denominamos *área* (área hialina o mesorabde), a veces ensanchada a nivel del nódulo mediano, formando el *estauro*, cuando el ensanche, que a menudo alcanza los costados valvares, está acompañado por una dilatación análoga del nódulo mediano, y un *pseudoestauro* cuando esto no sucede. En algunos géneros el rafe existe en ambas valvas *(Biraphidineae)* mientras en otras el rafe es ausente en una de las dos valvas *(Monoraphidineae)*, quedando en su lugar un espacio hialino llamado *pseudorafe*. En otro grupo, el rafe se desplaza lateralmente, sobre un costado de la valva *(Hiporaphideae)*, dentro de un borde filoso que llamamos *carena*. En otros casos, falta la carena y el rafe se atrofia en gran parte, ordinariamente quedando sólo reducido a cortos trechos apicales *(Raphidioideae)*. Finalmente, en otro grupo de Pennadas el rafe desaparece de ambas valvas *(Pseudoraphideae* o *Araphidineae)*, quedando sólo un pseudorafe, raramente con vestigios del rafe desaparecido.

En las Céntricas (figs. 7-9), en su máxima parte habitantes de cuencas marinas, los frústulos alcanzan una mayor complejidad, tanto en sus paredes formadas por dos, tres o más planos estructurales superpuestos y entre sí complicadamente enlazados, como en su escultura valvar dispuesta simétricamente según un número de radios que va de tres (a veces de dos) hasta 120. Los puntos, las aréolas y las estrías que adornan su superficie valvar, además de distribuirse en un orden evidentemente radial, forman también círculos concéntricos o excéntricos alrededor del centro de simetría. Carecen siempre de rafe y de pseudorafe. En un gran número de casos, su valva es circular y el cíngulo tiene forma de un cilindro corto o más o menos discretamente alargado *(Discineae)*. En otros, el perímetro valvar es romboidal, elíptico, o poligonal, con tres a seis o más ángulos, cada uno provisto de un apéndice terminal en forma de ventosa, y el cíngulo es un prisma separado en bandas transversales conexas entre sí *(Biddulphiineae)*. En muchas especies, de estructura análoga a la del grupo anterior, los ángulos valvares se prolongan en largas y finísimas setas

(*Chaetocereae*). En otras finalmente, el cíngulo se desarrolla en forma de un cilindro muy largo y la valva toma la forma de un cono que lleva el nombre de *caliptra* y cuyo vértice lleva una espi- por Gmelin (1788) y adoptado por Linneo. Luego, cuando por el descubrimiento de nuevos géneros ellas formaron una familia, Ehrenberg y Kützing las indicaron como *Bacillarien*. Pero, al mis-

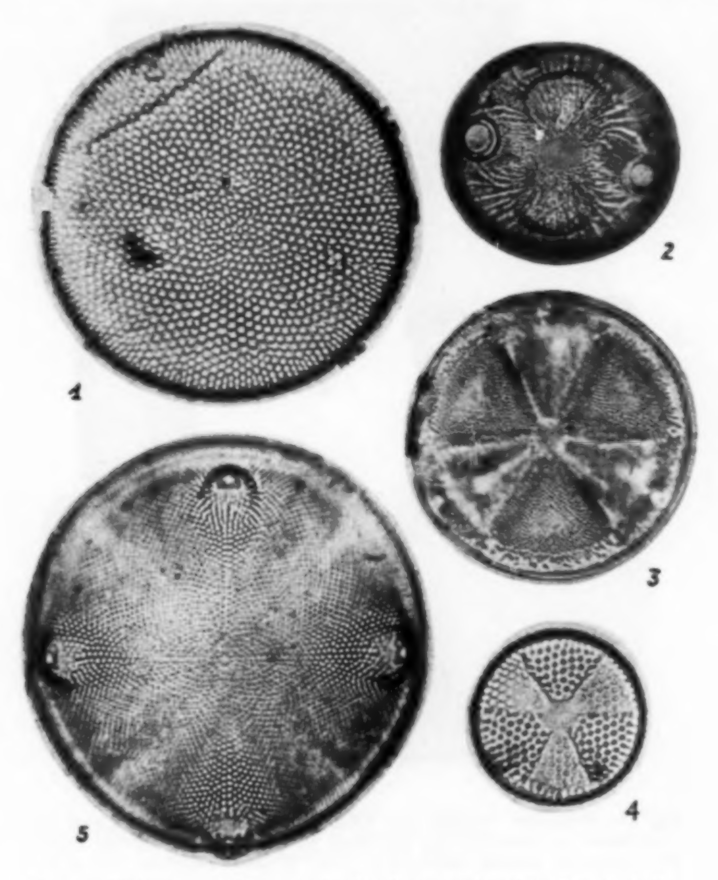


FIG. 7 – *Diatomeas céntricas*. *1*. Coscinodiscus oculus-iridis *Ebr*. *2*. Auliscus caelatus *var*. rhipis *(A. S.) Per*. *3*. Actinoptychus stella *A. Schm*. *4*. Aulacodiscus Kittoni *Arn*. *450/1*.

na más o menos larga, a veces larguísima (*Soleniineae*).

El conocimiento de estas microscópicas algas tuvo su inicio hacia el final del siglo XVIII. En un principio con ellas se constituyó un género, por el cual se usó el nombre de *Bacillaria*, propuesto mo tiempo, De Candolle (1806) fundó el género *Diatoma* y poco después este nombre fué extendido por Agardh a un pequeño grupo de formas (1817) y luego a un orden (1824) cuando en su acervo pudieron reconocerse nuevos géneros a distribuirse en varias familias. El

nombre de De Candolle prevaleció especialmente entre diatomólogos ingleses, franceses e italianos, y también entre algunos alemanes. Esta preferencia fué también debida al hecho de que, en el término de *Bacillarien*, por mucho tiempo además de las Diatomeas se incluyeron también las Desmidieas; pero también hoy, cuando el grupo se ha hecho muy numeroso y ha alcanzado la jerarquía de clase, los dos términos siguen disputándose el predominio o se usan conjuntamente como "*Diatomatae (Bacillariophyceae)*" o como "*(Bacillariophyta (Diatomeae)*".

Dentro de su tamaño, siempre microscópico, sus dimensiones varían considerablemente: desde pocos milésimos de milímetro hasta medio milímetro o más. Entre las Céntricas, algunas especies "gigantescas" del género *Coscinodiscus* tienen valvas cuyo diámetro alcanza hasta 600 micrones; entre las Pennadas, el largo del frústulo de algunas especies de *Synedra* y *Nitzschia* a veces pasa el milímetro, si bien su ancho nunca pasa de pocos milésimos de milímetro. Entre las especies más pequeñas puede mencionarse *Navicula pelliculosa* y *Achnanthes delicatula*, tan pequeñas que, según un

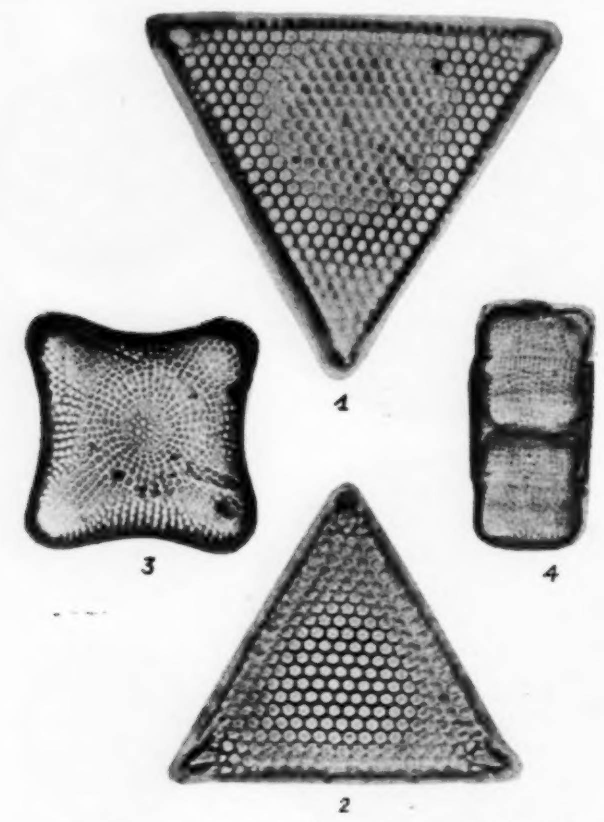


FIG. 8. – *Diatomeas cénticas. 1-2.* Triceratium favus *Ebr. dos valvas fotografiadas en planos focales diferentes. 3-4.* Triceratium antediluvianum *Ebr. visto por el lado valvar (3), y por el lado conectival (4). 450/1.*

cálculo de J. Brun, para llenar un milímetro cúbico necesitarían 27 millones de frústulos de la primera y 40 millones de la segunda.

Sin embargo su presencia es fácilmente revelada por el color pardo de su endocroma en las grandes asociaciones en que las Diatomeas suelen vivir. Para estas asociaciones, con respecto al clima, rige la misma ley que para los vegetales superiores: en ellas, bajo climas cálidos predomina una extraordinaria diversidad de géneros y de especies; bajo climas fríos, en cambio, sólo pocas especies integran grandes masas diatómicas.

Dentro de estas comunidades, muchas Diatomeas viven libres, en el plancton o en el bentos de aguas someras, por cuanto ellas siempre necesitan de la luz para sus actividades biológicas; otras, en cambio, mediante pedúnculos gelatinosos, están fijas sobre algas, musgos u otro vegetal superior, o también sobre cualquier objeto sumergido o en la superficie de las rocas del fondo de las cuencas o de sus orillas. Los individuos de la mayor parte de las especies viven aislados; pero no son raras las especies cuyos individuos se reúnen en colonias (fig. 10) más o menos numerosas y de forma variada, (filamentosa, laminar, maciza): su reunión se hace mediante apéndices

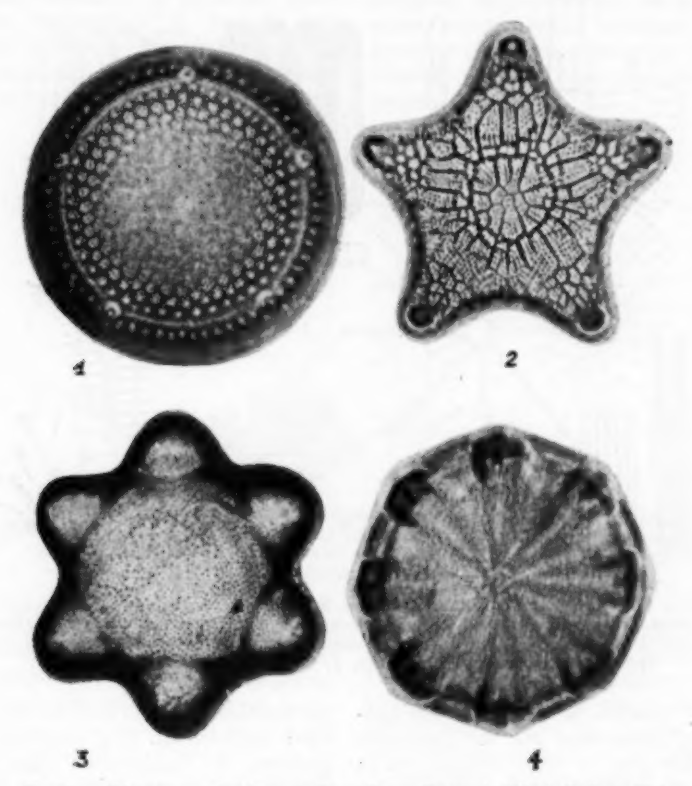


Fig. 9. — *Diatomeas céntricas. 1.* Eupodiscus Rogersi *(Ebr.) Bail. 2.* Triceratium balearicum *Cl. et Grun. 3.* Hydrosera Boryana *Pant. 4.* Actinoptychus coronalis *(Bail.) H. v. H. 450/1.*

peculiares (fig. 11) o mediante la fusión de la respectiva capita gelatinosa *(coleoderma)*, que suele revestir los frústulos.

Las Diatomeas libres y sobre todo las que flotan pasivamente en el plancton fluvial y marino se desplazan horizontalmente, arrastradas por las corrientes y por las olas, y verticalmente en la masa ácuea mediante un mecanismo sencillo: aligerando su célula mediante la segregación de burbujas gaseosas, cuando desde las aguas profundas o el fondo necesitan subir a la superficie, y eliminándolas cuando desde la superficie han de volver al necton o al bentos. Pero, además de estos movimientos más o menos pasivos, muchas especies diatómicas libres, especialmente de los géneros *Navicula* y *Pinnularia* provistas de rafe en ambas valvas, pueden desplazarse mediante un movimiento particular que tiene todo el aspecto de una locomoción activa. Es un deslizamiento en línea recta, entrecortado por vaivenes, dirigido siempre según el eje mayor de la valva.

El mecanismo íntimo de este movimiento, a pesar de investigaciones iniciadas desde ya casi un siglo, constituye un problema aún no resuelto de una manera satisfactoria. Los primeros investigadores, sin fundamento alguno, supusieron que el movimiento se efectuaba mediante apéndices locomotorios particulares (pseudopodos, pestañas, cilias vibrátiles o flagelos) invisibles. Hoy se admite que el empuje deriva de corrientes engendradas por el endoplasma a través del rafe o de sus nódulos. Todavía no sabemos cómo; pero seguramente en el rafe reside el órgano locomotorio: en realidad, la locomoción es una propiedad exclusiva de las Birafideas libres; mientras todas las Diatomeas fijas y las libres inmóviles llevan rafes atróficos o carecen completamente de ellos en una o en ambas valvas.

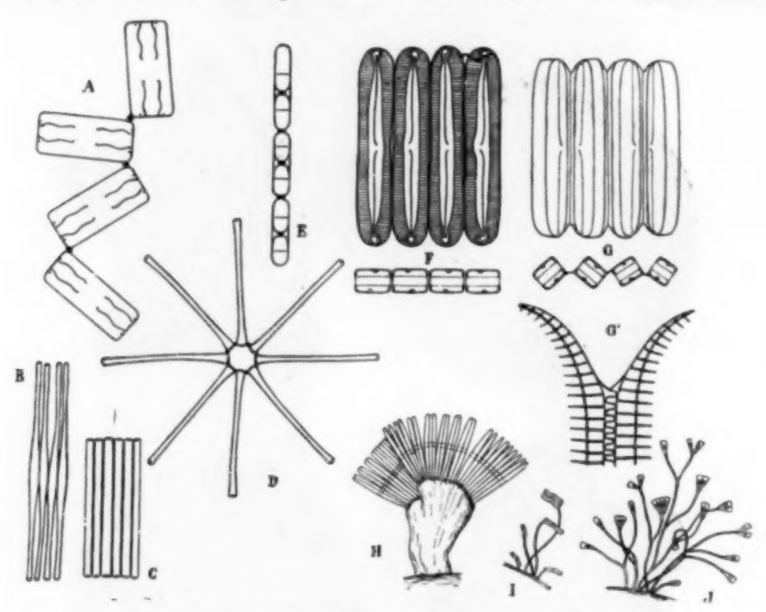


Fig. 10. – *Colonias: A*, Grammatophora; *B*, Fragilaria crotonensis; *C*, Fragilaria capucina; *D*, Asterionella; Melosira Juergensis; *F*, Pinnularia socialis; *G*, Pinnularia Debesi *(G', detalle del engranaje entre dos frústulos contiguos)*; *H*, Synedra pulchella; *I*, Achnanthes; *J*, *Gomphonema (según Hustedt)*.

Salvo algunas especies (especialmente del género *Nitzschia)* que se han reducido a saprófitos, todas las demás Diatomeas son autotrofas; esto es, no necesitan de materia ya organizada para su nutrición. Mediante el pigmento endocrómico (diatomina), de función análoga al pigmento clorofiliano de los demás vegetales, ellas desdoblan el anhídrido carbónico y combinan el carbono necesario para la alimentación de su célula. En el seno de las aguas, ellas utilizan el anhídrido carbónico de las pequeñas burbujas atmosféricas que el movimiento ondoso incorpora a la masa ácuea o el que deriva de la respiración de los animales marinos o de la putrefacción de substancias orgánicas. También pueden sustraerlo del carbonato de calcio disuelto en las aguas. De las demás sales disueltas también separan los demás elementos nutricios (sodio, potasio, hierro, fósforo, magnesio, aluminio y, para algunas especies, calcio) y la sílice necesaria para la elaboración de su membrana.

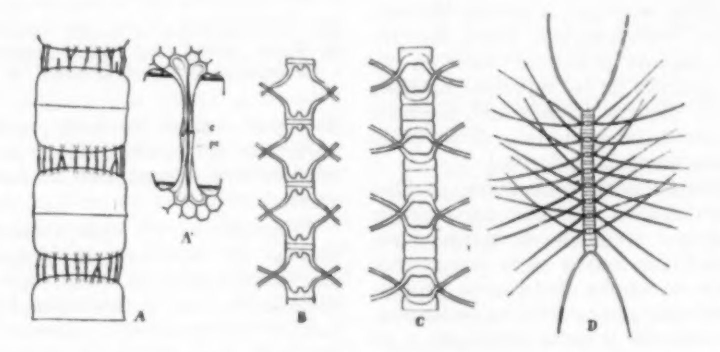


FIG. 11. — *Colonias, por unión mediante apéndices especiales: A,* Stephanopyxis (A', *detalle: substancia de unión entre dos apéndices; pc, porocanal); B,* Chaetoceros didymus var. anglica; *C,* Chaetoceros Lorenzianus; *D,* Chaetoceros atlanticus.

Todas las Diatomeas para vivir y pulular exigen luz, oxígeno y aguas limpias. No prosperan en aguas turbias o pútridas. También rehuyen las aguas que llevan disuelto un exceso de ciertas sales por ellas tóxicos o de substancias orgánicas en descomposición. Sin embargo, exceptuando algunas especies que exigen aguas absolutamente puras *(catarobias)*, ellas toleran la presencia de materias podridas en medidas diferentes: en escasa cantidad *(oligosaprobias)* en su máxima parte, en cantidades módicas *(mesosaprobias)* con cierta frecuencia, y en cantidades crecidas *(polisaprobias)* raramente.

En cuanto al tenor en sales minerales disueltas, y especialmente frente al cloruro de sodio, las Diatomeas muestran una vasta amplitud de adaptación. Desde este punto de vista, se dividen en especies marinas, salobres y de agua dulce. Al respecto ordinariamente se sigue la clasificación de Kolkwitz y Kolbe e indicamos como: *euhalobias* las Diatomeas marinas; *mesohalobias* las de aguas salobres; *oligohalobias* las de aguas dulces (con tenores salinos inferiores al 5 por mil). Entre estas últimas distinguimos las *halófilas*, que necesitan del máximum de cloruro de sodio compatible en aguas dulces; las *indiferentes*, que soportan pequeñas cantidades de sales; las *halófobas*, que precisan de aguas absolutamente carentes de sales disueltas. En fin, existen Diatomeas que soportan amplias variaciones de tenor salino *(eurihalinas)*, mientras otras viven estrecha-

mente ligadas a un tenor salino determinado y fijo *(estenohalinas)*.

Menor importancia tiene la temperatura para la vida de las Diatomeas, puesto que gran parte de sus especies viven indiferentemente tanto en las aguas cálidas de los trópicos, como en las aguas frías de los ventisqueros y de los polos. Sin embargo, también entre ellas existen especies vinculadas a un grado de temperatura preciso *(estenotérmicas)* y otras que toleran amplias variaciones de temperatura *(euritérmicas)*. Entre las primeras, algunas prosperan sólo en las aguas calientes de las surgentes termales y de los geysers *(termófilas)*, mientras otras sólo en las aguas frías de los polos y de alta montaña *(criófilas)*.

Dentro de estas condiciones, las Diatomeas viven en cualquier parte donde haya agua o un grado de humedad suficiente. En su mayor parte son cosmopolitas o de amplia distribución geográfica; son raras, en cambio las endémicas, ligadas estrecha y persistentemente a un lugar determinado. También escasas son las ubicuitarias, mientras en su gran mayoría, con notable sensibilidad, se distribuyen según las diferentes condiciones del ambiente: las especies marinas o lacustres que viven en las orillas (neríticas) ordinariamente no son las mismas que pueblan el plancton en proximidad de la costa (planctónicas litorales) o, lejos de ella, en aguas abiertas (euplactónicas, talásicas y lacustres); en tierra firme, las especies que prosperan en las aguas estancadas de charcos y pantanos (palustres) por lo común no son las mismas que prefieren las aguas corrientes (siempre de escasa velocidad) de ríos y arroyos (fluviales) o sobre las rocas o plantas húmedas (aerófilas). Sobre todo, diferencias considerables caracterizan siempre las diversas flórulas diatómicas que habitan los distintos ambientes ecológicos en el mar, en los marismas, en los lagos, en los marjales, en los charcos y pantanos, en las turberas, en los estuarios, en los ríos, en los torrentes y arroyos o en las surgentes. Y a tal punto que, al examinar un trípoli, podremos averiguar siempre con toda precisión los caracteres del medio físico y biológico en que vivió el conjunto de sus Diatomeas.

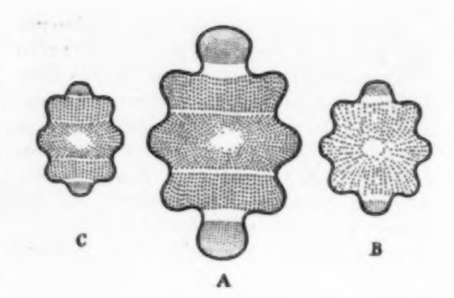


FIG. 12. – Terpsinoë americana *(Bail.) Ralfs. A, Valva normal; B-C, valvas reducidas por divisiones sucesivas. Ampliadas 1200 veces.*

Generalmente, en cada ambiente, son muchas las especies que integran una asociación diatómica. Pero, muy a menudo, entre ellas se destaca una o pocas formas predominantes, mientras las demás son accesorias o accidentales. Las predominantes son las que, en ese determinado lugar hallaron su óptimum ecológico. Su reproducción, entonces, fué rápida y exuberante.

En tales condiciones favorables, la reproducción de las Diatomeas se efectúa por división directa (fig. 1-C), el contenido celular de sus frústulos (núcleo, citoplasma, endocroma, etc.), se divide en dos partes iguales, cada una destinada a una célula hija. Al separarse, cada célula hija se lleva una de las dos valvas del frústulo materno y luego por sus propios medios se construye la valva que falta. Pero, es de destacarse el hecho de que, en todo caso, la semiteca neoformada es siempre la valva inferior del nuevo frústulo. Por consecuencia, mientras una célula hija resultará del mismo tamaño de la célula madre, la otra saldrá un poco más chica, con una merma más o menos equivalente al doble del espesor de su cíngulo. Una célula todavía más pequeña derivará de la bipartición del frústulo menor de la primera bipartición y así sucesivamente a cada nueva divi-

sión. Entonces, se comprenderá fácilmente que, de continuar el proceso, para los frústulos originados de una célula, de tamaño normal al iniciar una generación, se observará una continua y progresiva disminución en los diámetros valvares de las sucesivas células hijas (fig. 12).

Pero esta reducción no podría seguir indefinidamente. Cuando ella ha alcanzado un mínimo compatible con la vida del individuo, la Diatomea hincha su protoplasma, abandona sus pequeñas valvas, se reviste de una nueva membrana a menudo más grande que la de la célula inicial y algo deforme (auxosporo) y da comienzo a una nueva generación. Mas, antes de acudir a este recurso de emergencia, destinado a reintegrar el tamaño normal de la especie, pueden haber ocurrido más de mil divisiones sucesivas.

Este proceso de bipartición directa es común a todas las Diatomeas. Pero no es el único para su reproducción. En realidad, según los casos y las especies, las Diatomeas pueden reproducirse en formas muy diferentes y el estudio de ésta su actividad vital constituye una tarea difícil y penosa.

Además de la división directa, las Diatomeas pueden reproducirse por conjugación mediante unión de dos protoplastos, ambos móviles (isogametos) o uno activo y el otro inmóvil (anisogametos); o mediante la conjugación de dos gametos que resultaron de la división de una única célula madre (automixis); o por fusión de dos núcleos derivados del núcleo de una célula única (autogamia).

Otro medio de supervivencia frecuente entre las Céntricas es la formación de esporos de resistencia, al cual la Diatomea acude en casos de sufrimiento: el protoplasto se reduce y se revisten de una envoltura silícea más gruesa y más robusta. Cuando en el ambiente vuelven las condiciones favorables para su sustento, la envoltura se rompe, la célula aumenta en volumen e inicia una nueva generación.

En fin, para algunas Céntricas se conoce una reproducción por esporos verdaderos (microsporos): la célula se divide sucesivamente en 2, 4, 8, 16 y 32 partes; éstas emiten dos filamentos vibrátiles, cuyo movimiento, cada vez más intenso, acaba por separar las valvas maternas. Apenas libres, los esporos pierden las cilias, se fijan y reproducen la especie. En algunas especies pudo contarse hasta 128 de estos microsporos. En ciertos casos, los microsporos tienen carácter de gametos y se conjugan para formar un cigote.

Una división racional del espectro visible

Por J. Würschmidt (†)

A. — Generalidades sobre el espectro visible

1) *Colores y extensión del espectro visible*

Se suele enumerar y designar los colores en el espectro de la llamada luz blanca, producido por un prisma o también por una red de difracción, como sigue: *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo, violeta*, llamándose al penúltimo color también añil o azul turquí, y al último violado ([8]). Dentro de estos siete colores de Newton, el ojo humano puede distinguir muchísimas gradaciones: según el fisiólogo König ([15]) 130 tonos distintos, según el físico Exner ([12]) hasta 160.

Ya Newton consideraba como colores fundamentales: rojo, verde y violeta, mientras que Maxwell ([7]) enumera: rojo, verde y azul, y a él siguen muchos autores modernos. Las longitudes de onda que corresponden a estos tres colores son: 630 mμ, 528 mμ y 457 mμ, respectivamente. Por otra parte, "de acuerdo al Convenio Internacional del año 1931, estos colores (mediante los cuales todos los colores pueden ser representados como una mezcla de tres colores) son: rojo 700 mμ, verde 546.1 mμ, violado 435.8 mμ.

Para fijar mediante las respectivas longitudes de onda las denominaciones de los colores damos en el cuadro 1 las que corresponden a los lugares donde se encuentran en el espectro del Sol las principales líneas de Fraunhofer.

Línea	Longitud de onda	Color
A	762	rojo
B	687	anaranjado rojizo
C	656	anaranjado
D	589	amarillo
E	527	verde
F	486	verde azulado
G	431	azul
H	397	violeta

Cuadro 1.

Se ve que en dicho cuadro, del libro de Berliner ([2]), no figura el color índigo, pero que se presentan dos colores nuevos: anaranjado rojizo y verde azulado. En una obra de Conrady ([5]) sobre Fotografía, encontramos una figura con las líneas de Fraunhofer en el espectro: el rojo termina con la línea *B*; el anaranjado se extiende desde *B* hasta *D*, incluyendo así *C*. El amarillo comprende tres cuartos del espacio entre *D* y *E* (el autor escribe: $D\frac{3}{4}E$) de manera que *F* queda en el azul, *G* en el índigo y *H* en el violeta.

Que la denominación de los colores es bastante arbitraria, lo demuestra el cuadro 2, confeccionado según las indicaciones de la Física Práctica de Wiedemann-Ebert ([32]).

En la figura 1, *F* da la posición de las líneas de Fraunhofer en el espectro (normal, en el cual la desviación es proporcional a la longitud de onda); *W*, *S* y *C* son dibujadas según Wiedemann-Ebert ([32]), Strong ([26]) y Conrady ([6]); se ve también que los límites del espectro visible son muy diversos. En efecto, consultando otros autores, encontramos los valores del cuadro 3.

Substancia	Longitud de onda	Color
Potasio	768	rojo
Litio	671	rojo
Hidrógeno	656	rojo
Sodio	589	amarillo; tamb.: anar.
Helio	588	amarillo
Mercurio	579	amarillo
Talio	535	verde
Helio	502	verde
Hidrógeno	486	verde azulado
Helio	471	azul
Estroncio	461	azul
Hidrógeno	434	azul; tamb.: violeta
Calcio	410	violeta; tamb.: azul
Hidrógeno	410	violeta; tamb.: azul
Potasio	405	azul; tamb.: violeta

Cuadro 2. — Longitudes de onda y colores de algunas líneas de emisión

Ballantyne Anderson [1]	370 - 770
Clark [5]	400 - 700
Duff [9]	380 - 770
König [15]	400 - 770
Kohlrausch [18]	390 - 770
Lemon [20]	350 - 700
Westphal [30]	360 - 780
Wiedemann [32]	360 - 810

Cuadro 3. — Límites del espectro visible

Tenemos que agregar que Wiedemann menciona expresamente, en otro lugar, que la línea roja del Potasio (768) se halla en el extremo rojo, y la línea violeta de la misma substancia (405) en el extremo violeta.

2) *Colores fundamentales y complementarios; representaciones mediante triángulos, hexágonos, cuadrados y círculos.*

Volviendo a los tres colores fundamentales que, tratándose de colores-lu-

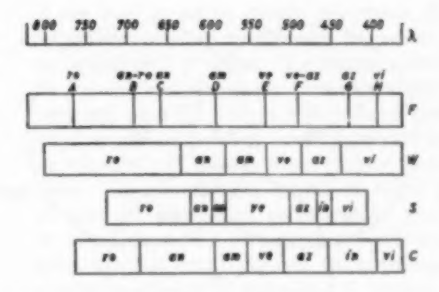


Fig. 1. — *El espectro con las líneas de Fraunhofer y la extensión de los colores.*

ces, por mezcla aditiva, deben producir blanco, reproducimos en el cuadro 4 sus denominaciones según los distintos autores.

Es evidente que de la selección y denominación de los tres colores-luces fundamentales depende la de los colores resultantes por mezcla aditiva de dos de ellos cada vez y, por consiguiente, también la de los colores complementarios. Por otra parte, los colores de pigmentos o corpóreos (de los pintores) fundamentales son los colores complementarios [23] de los tres colores-luces fundamentales y producen, por mezcla sustractiva, negro. La figura 2, dibujada según Herder, explica que la coincidencia parcial de los círculos que corresponden a los supuestos tres colores, fundamentales: *am*, *ve*, *vi* produce, por mezcla aditiva, los colores secundarios: *am*, *az*, *ro*, que son los colores corpóreos fundamentales, según varios autores (p.

1)	rojo	verde	azul	Clark [5], Maxwell [7], Eyring [11], Von Pagenhardt [24], Watson [29]
2)	rojo	verde	violeta-azul	Ballantyne[1], Duff[9], Graetz[14]
3)	rojo	verde	violeta	Handbuch[16], Kompaneysky[19]
4)	rojo	verde-amarillo	violeta	Lenard[21]
5)	bermellón	verde-amarillo	azul-ultramar	Otto[23]
6)	anaranjado	verde	violeta	Otto[23], Sulzer[27]
7)	anaranjado	verde	ultramar	Weitzsäcker[24]
8)	anaranjado	verde	violeta-azul	Herder[17]
9)	escarlata	verde	ultramar	Villalobos Domínguez[28]

Cuadro 4. — Colores-luces fundamentales

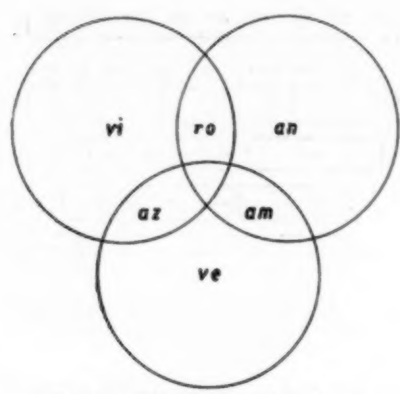


Fig. 2. – *Círculos de colores-luces.*

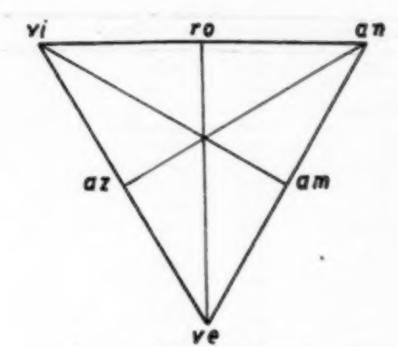


Fig. 3. – *Triángulo de colores.*

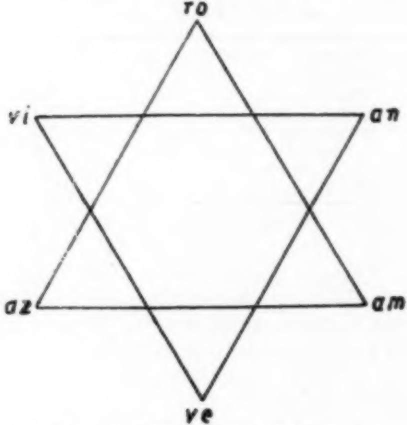


Fig. 4. – *Hexágono de colores.*

ej. Goethe, [13], [27]) y que son complementarios a los colores-luces opuestos.

Resulta así también la representación de las figuras 3 y 4, en las cuales vemos, respectivamente, "los dos triángulos equiláteros cruzados, en los vértices de uno de los cuales se sitúan los tres colores simples, y en el otro los tres dobles principales" (hexágono cromático, Villalobos Domínguez, [28]). El esquema del cuadro 5 representa lo mismo.

Presentándose en ese esquema seis de los siete colores del espectro, algunos autores introducen, ya en la denominación de los colores-luces (cuadro 4)

Colores-luces:	*ve*	-	*vi*	-	*an*	colores complementarios
Colores de pigmento:	*ro*	-	*an*	-	*az*	

Cuadro 5. – Esquema del hexágono cromático, según Herder

Colores de pigmento:	*bermellón*	*verde-amarillo*	*azul ultramar*	colores complementarios
Colores-luces:	*verde-azul*	*púrpura*	*amarillo*	

Cuadro 6. – Esquema del hexágono cromático según Otto

nuevos colores, y lo mismo sucede en los colores corpóreos. Por una parte encontramos la tríada de colores-luces: *ro-ve-az* muy frecuentemente; por la otra, la de los colores corpóreos: *ro - am - az*; es evidente que estas dos tríadas no pueden aparecer simultáneamente. En algunos casos aparecen más de dos colores nuevos, p. ej., en el esquema del cuadro 6.

No faltaban ensayos para agregar nuevos colores a los seis del hexágono. El punto de vista ha sido el de considerar como colores primitivos cuatro, en vez de tres; es decir, *ro, am, ve, az*. (Ver el cuadro 7.)

Llegamos así al cuadrado de colores, representado en la figura 5, que no solo encontramos en el libro de Eyring, sino

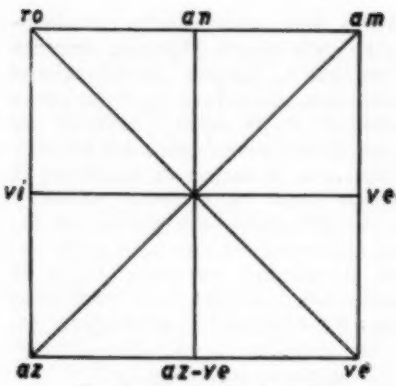


FIG. 5. — *Cuadrado de colores.*

el *am* y el *az* en su estado más puro, de tal manera que se mantienen en perfecto equilibrio" y sigue: "La teoría actual de los colores tiene que considerar únicamente aquellos tres o seis colores que pueden ser ordenados cómodamente en un círculo". El mismo autor escribe también: "El matemático estima el valor y el uso del triángulo; el triángulo goza de alta veneración por parte del místico, pues muchas cosas pueden ser esquematizadas mediante el triángulo y también los fenómenos de los colores, y eso de tal manera que se llegará, duplicando y cruzando, al antiguo y misterioso hexágono".

Colores primitivos	Colores intercalados	
rojo	anaranjado	anaranjado ("kress")
amarillo	verde amarillento	verde marino ("seegrün")
verde	azul verdoso	azul de hielo ("eisblau")
azul	violeta (púrpura)	violeta ("veil")

Cuadro 7. — Esquemas de ocho colores según Eyring(11) y *Ostwald* (17)

Colores primitivos	Colores intercalados			
rojo	rojo amarillento	*"gelbrot"*	=	*zinnoberrot*
	amarillo rojizo	*"rotgelb"*	=	*orange*
amarillo	amarillo verdoso	*"grüngelb"*		
	verde amarillento	*"gelbgrün"*		
verde	verde azulado	*"blaugrün"*		
	azul verdoso	*"grünblau"*		
azul	azul rojizo	*"rotblau"*	=	*violett*
	rojo azulado	*"blaurot"*	=	*purpur*

Cuadro 8. — Esquema del dodecágono de colores según Goethe

también en la Psicología Experimental de Lindworsky (22) según el psicólogo Titchener. Se ve bien la posición de los colores complementarios en los extremos de las diagonales y de la cruz; no hay lugar para el púrpura.

También Goethe (13) habla de los cuatro colores *ro*, *am*, *ve*, *az*, "los únicos que en el idioma alemán tienen como denominación palabras monosilábicas cuyo origen es desconocido" (*rot*, *gelb*, *grün*, *blau*). A pesar de eso, el mismo Goethe destaca que los tres colores fundamentales o corpóreos son: *ro*, *am*, *az*, "pues el cuarto color arriba mencionado, el *ve*, es producido, si se mezcla

Muy de acuerdo con estas ideas, Goethe no intenta intercalar otros cuatro colores entre los cuatro primitivos, sino que propone la intercalación de dos cada vez; llega así al dodecágono cromático, a base del hexágono, o también al círculo de colores. (Ver el cuadro 8.)

Por otra parte, llegamos también a los doce colores, intercalando en el hexágono de seis colores de la figura 4, otros seis colores nuevos: uno será sin duda *pu*, situado entre *vi* y *ro;* siguen, partiendo de *ro: ro-an* o *bermellón* ("*zinnoberrot*" de Goethe), *an-am*, *ve-am*, *ve-az*, *vi-az*. (Fig. 6). En esta escala de colores se identifican:

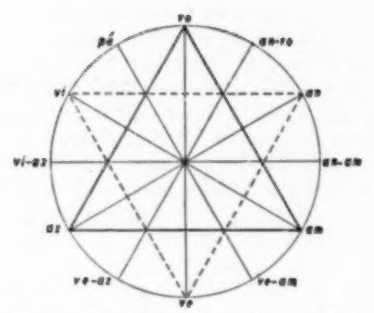


FIG. 6. – *Hexágono completo de colores.*

Ahora bien ¿cómo limitar los dominios de cada color? Haremos, respecto a este punto, algunas consideraciones preliminares. Admitiendo en principio la posibilidad de la construcción de un círculo de colores, tenemos que preguntar cuál será la manera de subdividir el intervalo entre los extremos violeta y rojo en un número determinado de colores, incluyendo en este número de colores al púrpura que será, según el número total, el sexto o el duodécimo color. Ya Newton había diseñado un círculo de colores, atribuyendo a cada uno los siguientes dominios en el mismo: rojo de 0° hasta 61°, anaranjado hasta 95°, amarillo hasta 150°, verde hasta 210°, índigo hasta 299° y violeta hasta 360°. Evidentemente, en esta división falta el púrpura; además, no podemos ubicar racionalmente los colores complementarios. La figura 2 enseña que, según los distintos autores, los dominios de los distintos colores tienen una extensión muy diferente.

amarillo verdoso y *verde amarillento* = *amarillo-verde* : *am-ve*
verde azulado y *azul verdoso* = *verde azul* : *ve-az*

B. – Colores complementarios y división logarítmica de la escala de colores

1) *El primer par de colores complementarios*

El punto de partida es el hecho de que el ojo humano posee para la luz de la longitud de onda de 555 mμ la máxima sensibilidad. En la Óptica Filosófica de König ([15]) encontramos una tabla de las sensibilidades relativas que permite hallar, por interpolación, el valor indicado. Por otra parte, es conocido que, produciendo colores mediante luz blanca, dos prismas de Nicol cruzados y una placa de cuarzo cortada normalmente a su eje óptico, y girando el analizador, se consigue el color púrpura, color de paso o sensible ("*teinte de passage*") para el cual el campo visual es el más obscuro y el cambio de color, al girar el analizador, se produce muy rápido. Por consiguiente, el color complementario, eliminado por la polarización, es el color más luminoso para nuestro ojo, o el color amarillo-verde de la longitud de onda de 555 mμ. Los dos colores, púrpura y amarillo-verde, por lo tanto, deben ocupar los extremos en el círculo de color, como está previsto en la figura 6.

Se podría pensar que, dividiendo el espectro visible en once dominios de la misma extensión, se podría ganar la posibilidad de atribuir a cada color, incluyendo al duodécimo color, el púrpura, un ángulo de 30°. Pero, realizando tal cálculo para un intervalo cualquiera del cuadro 3 se halla que, ni la línea de Fraunhofer *D*, cuyo color es indudablemente amarillo, ni la línea 555 mμ coinciden con la casilla correspondiente.

2) *La solución del problema: la división logarítmica del espectro visible.*

Es conocido que la parte visible del espectro comprende, dentro del espectro total electromagnético, una parte mínima o sea, más o menos, una octava. En la figura 7 damos una reproducción del mismo, desde los rayos γ y de Roentgen (X), con sus longitudes de onda muy cortas, pasando luego por los ultra-

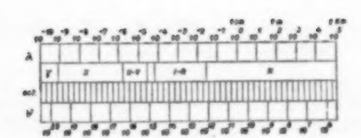


Fig. 7. — *El espectro total.*



Fig. 8. — *Escala de los doce semitonos*

violetas (u-v), los visibles, los infrarrojos (i-r), hasta los rayos hertzianos o eléctricos (H) que se extienden hasta los de muchos kilómetros de longitud de onda. Además de las longitudes de onda, entre las cuales hemos destacado las de 1 Ångström, 1 cm, 1 m y 1 km, vemos abajo las frecuencias y en la parte central la escala de octavas del espectro total electromagnético. Se ve que se trata de una escala logarítmica; mientras que las frecuencias crecen (desde la derecha hacia la izquierda) en una serie geométrica, las octavas crecen según una serie aritmética.

En acústica, en la *representación de los intervalos musicales,* tal escala ya es muy usada; no solamente en la escala de las octavas, sino también para representar dentro de una octava un intervalo cualquiera que corresponde a la relación de frecuencias ν_2/ν_1: ponemos el intervalo correspondiente proporcional al logaritmo de ν_2/ν_1:

$$i = c \log \frac{\nu_2}{\nu_1}$$

siendo, por lo tanto, el intervalo de una octava:

$$o = c \log 2$$

La constante puede ser elegida convenientemente, según que se trate de la representación gráfica o numérica; en el último caso se elige, p. ej.:

$$c = \frac{1000}{0.30103}$$

y se expresa así cualquier intervalo en milioctavas. Así, a la quinta

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{3}{2}$$

corresponden 585 milioctavas, etc. O también, usando p. ej. la llamada escala temperada que divide la octava en 12 semitonos iguales (escala cromática). Se ve inmediatamente que el intervalo de tal semitono es $1000/12 = 83.33$ milioctavas. Usando las frecuencias ν, resulta que tendremos para uno, dos, tres, etc. semitonos (fig. 8):

$$\nu,\ \nu q,\ \nu q^2,\ \ldots\ \nu q^{11},\ 2\nu,$$

siendo ν la frecuencia de tono más bajo o fundamental y $q = \sqrt[12]{2}$.

En otras palabras, medimos la cualidad de un sonido de ser más alto o más bajo que otro por el logaritmo de la relación de su frecuencia a la frecuencia del sonido de comparación, del mismo modo que usamos una medida logarítmica en la comparación de las intensidades de los sonidos (unidad: decibel; ley de Weber-Fechner).

En óptica ya usamos la escala logarítmica, con la misma ley de Weber-Fechner, para expresar las magnitudes de las estrellas; así, parece muy natural aplicar el mismo procedimiento para expresar numéricamente las distintas calidades fisiológicas de las diversas partes del espectro visible.

Acostumbrados a caracterizar los colores por sus longitudes de onda, divi-

diremos entonces el espectro visible según la escala logarítmica en 11 intervalos, de los cuales cada uno ocupará, en el cílculo de colores, un ángulo de 30°; veremos entonces si las denominaciones que daremos a cada intervalo corresponden a las elegidas en el círculo o no.

Convencidos de que el color amarilloverde que corresponde a la sensibilidad máxima del ojo humano, y que la longitud de onda de 555 mμ tienen una posición dominante en el espectro visible, si lo dividimos racionalmente, nos hemos preguntado si, con la suposición de que este color ocupa el centro de gravedad dentro del espectro, no podemos llegar a una decisión sobre la cuestión de en qué longitud de onda fijamos el extremo superior del color rojo, bastante arbitrario en el cuadro 3, fijando como extremo inferior del violeta el valor de Kohlrausch: 390 mμ, u otro valor desde 360 mμ.

λ vi	λ ro
360.0	855.6
370.0	832.6
380.0	810.6
390.0	789.8

Cuadro 9. – Límites calculados del espectro visible, siendo el centro: λ = 555

Poniendo así $555 = \lambda_{vi}\, q^{11}$, y $\lambda_{ro} = 555\, q^{11}$, llegamos a los valores del cuadro 9.

Fig. 9. – Límites de los once colores.

Enseña el cuadro 9 que los límites 390 mμ y 790μ admiten casi exactamente la longitud de onda 555 mμ como centro de gravedad, aplicando la división logarítmica.

Calculando ahora las longitudes de onda límites de los once colores del espectro visible mediante: $390\, q^{n}$ (n = 2, 4, 6, ..., 12) y los centros de gravedad de cada color mediante: $390\, q^{m}$ (m = 1, 3, 5, ..., 21), siendo: $q = \lg \frac{790}{390}$,

encontramos los valores del cuadro 10.

En la figura 9 se ve, en las extensiones de los colores, en especial, que la línea *D*, que tiene indudablemente el color amarillo, casi coincide con el centro de gravedad del amarillo.

Ahora bien, representando, como en el caso de la acústica, los once colores por "intervalos" iguales, la escala de las longitudes de onda debe ser logarítmica. Hemos elegido en la figura 9 para el espectro visible que se extiende de 390 mμ a 789,8 mμ, la longitud de 200 mm; siendo así:

Color	Extensión	Centro	Denominación
I	390.0 - 415.8	402.7	violeta
II	415.8 - 443.4	429.4	violeta-azul
III	443.4 - 472.8	457.8	azul
IV	472.8 - 504.1	488.2	verde-azul
V	504.1 - 537.5	520.5	verde
VI	537.5 - 573.1	555.0	verde-amarillo
VII	573.1 - 611.1	591.8	amarillo
VIII	611.1 - 651.5	631.0	anaranjado-amarillo
IX	651.5 - 694.7	672.8	anaranjado
X	694.7 - 740.8	717.4	bermellón
XI	740.8 - 789.8	764.9	rojo

Cuadro 10. – Extensiones y centros de gravedad de los once colores del espectro visible

$$J = c \lg \frac{789.8}{390.0} = 200 \text{ mm},$$

tendremos para una longitud de onda cualquiera λ entre los dos extremos el "intervalo":

$$i = c \log \frac{\lambda}{390.0}$$

El cuadro 11 da los valores de *i*.

Fig. 10. — *Escala logarítmica de los once colores.*

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
400	7.2	500	70.4	600	122.1	700	165.8
410	14.2	510	76.0	610	126.8	710	169.8
420	21.0	520	81.5	620	131.4	720	173.8
430	27.7	530	86.9	630	135.9	730	177.7
440	34.2	540	92.2	640	140.4	740	181.5
450	40.6	550	97.4	650	144.8	750	185.3
460	46.8	560	102.5	660	149.1	760	189.1
470	52.9	570	107.6	670	153.4	770	192.8
480	58.9	580	112.5	680	157.6	780	196.5
490	64.7	590	117.3	690	161.7	790	200.0

Cuadro 11. — Escala logarítmica de las longitudes de onda

Con los valores del cuadro 11 hemos dibujado la figura 10, que destaca bien la posición central de la longitud de onda de 555 mμ y los "intervalos", iguales entre sí, de los once colores.

En el círculo de colores corresponde entonces, a cada uno de los once colores y también al color púrpura un ángulo de 30°. Las denominaciones de los colores y las de las posibles subdivisiones pueden elegirse convencionalmente; para los doce colores las denominaciones de la figura 11 ó del cuadro 10 parecen justificadas.

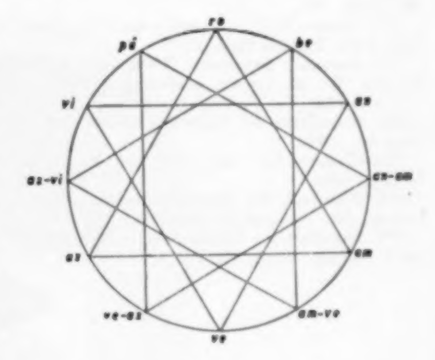


Fig. 11. — *El círculo completo de colores.*

Resumen

A) Se revisan las divergencias existentes en la bibliografía respecto de las denominaciones de los colores espectrales, colores de pigmento, colores fundamentales y complementarios y de las distintas maneras de representaciones geométricas mediante triángulos, cuadrados, hexágonos y círculos.

B) Se define un primer par de colores complementarios en base a determinados hechos físicos. Admitiendo once colores del espectro, se define la exten-

sión de cada color en base a relaciones constantes de sus longitudes de onda limitantes, en analogía a la definición de los intervalos musicales. Esta representación logarítmica justifica la representación mediante "intervalos" iguales y, por lo tanto, mediante el hexágono, dodecágono y círculo de colores.

Bibliografía

(1) Anderson, W. B.: *Sound, electricity and magnetism, light*. New York and London, Mc Graw-Hill Book, 1937.

(2) Berliner, A.: *Lehrbuch der Physik*. Berlin, Springer, 1924.

(3) Bragg, W. H.: *El universo de luz*. Buenos

(4) Brown, Th. B.: *Foundations of modern physics*. New. York, Wiley and Sons, 1948.

(5) Clark, J. A. y col.: *Physics of today*. London, Constable & Co., 1942.

(6) Conrady, A. E. y col.: *Photography as a scientific instrument*. London-Glasgow, Blackie and Sons, 1939.

(7) Chwolson, O. D.: *Lehrbuch der Physik*, II, 2: *Die Lehre von der strahlenden Energie*. Braunschweig, Vieweg, 1921.

(8) *Diccionario enciclopédico abreviado*. Buenos Aires, Espasa-Calpe Argentina, 1945.

(9) Duff, A. W.: *Physics for students of science and engineering*. Philadelphia, Blakiston's & Co., 1937.

(10) Dunning, J. R., Paxton, H. C.: *Matter, energy and radiation*. New York-London, McGraw-Hill Book, 1941.

(11) Eyring, C. F.: *A survey course in physics*. New York, Prentice Hall, 1937.

(12) Goethe: *Saemtliche Werke in sechzehn Baenden*. Bd. 16. Leipzig, Inselverlag, 1913.

(13) Exner, F.: *Vorlessungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften*. Wien, Deuticke, 1919.

(14) Graetz, L.: *Das Licht und die Farben*. Leipzig, 1900.

(15) *Handbuch der Experimentalphysik*. Bd. 20. Leipzig, Ak. Verlagsgesellschaft, 1929.

(16) *Handbuch der Physik, hrsg. v. Winkelmann*. Bd. 6. Leipzig, Barth, 1906.

(17) Der Grosse Herder: *Nachschlagewerk für Wissen und Leben*. Bd. 4. Freiburg, Herder, 1932.

(18) Kohlrausch, H.: *Kleiner Leitfaden der Praktischen Physik*. Leipzig-Berlin, Teubner, 1932.

(19) Kompaneysky, B.: Colores dinámicos y estáticos. *Ciencia e Invest.*, 1950, *6*, 86.

(20) Lemon, H. B., Ference, M.: *Analytical experimental physics*. Chicago, The Chicago University Press, 1946.

(21) Lenard, Ph.: *Deutsche Physik*. Bd. 3. München, Lehmann, 1937.

(22) Lindworsky, J.: *Experimentelle Psychologie*. Kempten-München, Kösel-Pustet, 1921.

(23) Otto, H.: *Möglichkeiten der Farbenphotographie*. Weimar, Borkmann.

(24) Pagenhart, E. v.: *Agfacolor, das farbige Lichtbild*. München, Knorr und Hirth, 1938.

(25) Perucca, E.: *Fisica generale e Sperimentale*. Torino, Editrice Torinese, 1934.

(26) Strong, J. y col.: *Procedures in experimental physics*. New York, Prentice Hall, 1943

(27) Sulser, J.: *Kosmos und Mensch. Weltbild im 20 Jahrhundert*. Zürich, Aehren Verlag, 1944.

(28) Villalobos-Domínguez, C.: Una nueva especie de mezclas de colores. *Ciencia e Invest.*, 1950, *6*, 233.

(29) Watson, W.: *Curso de física*. Buenos Aires-Barcelona, Labor, 1925.

(30) Westphal, W. H.: *Tratado de física*. Barcelona, Labor, 1946.

(31) White, H. E.: *Classical and modern physics*. New York, D. Van Nostrand, 1940.

(32) Wiedemann, E., Ebert, H.: *Prácticas de Física*. Barcelona, G. Gili, 1922.

(33) Wulf, Th.: *Lehrbuch der Physik*. Freiburg, Herder, 1926.

COMBLI

Polivitaminas y Minerales

Presentado en cápsulas secas que contienen 4 pequeños comprimidos con los grupos naturales de Vitaminas y elementos minerales, evitando las interreacciones destructivas entre si.

Cáda cápsula contiene el requerimiento mínimo diario, de las Vitaminas A, D, C, B_1, B_2 y Niacinamida, además de la Vitamina B_6, Pantotenato cálcico y elementos, hierro, manganeso, magnesio, calcio y fósforo.

Presentado en frascos de 25 cápsulas.





RAULIES 1978 BUENOS AIRES

BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA

Historia de la Astronomía

A CONCISE HISTORY OF ASTRONOMY, *por Peter Doig, F.R.A.S., con un prólogo por Sir Harold Spencer Jones, F.R.S. Págs. XI + 320. Londres, Chapman & Hall, Ltd., 1950.*

Aparte de las tres o cuatro sociedades astronómicas cuyos miembros son casi exclusivamente astrónomos profesionales, la British Astronomical Association, si acaso no es la sociedad astronómica de mayor importancia en el mundo por el número de asociados –que es bien grande– no cabe duda de que lo es por la seriedad que caracteriza a la mayoría de los aficionados reunidos en ella y por la envergadura de las investigaciones realizadas por los mismos bajo sus auspicios y publicadas en sus *Memoirs*. Además de estas publicaciones técnicas, la B.A.A. edita una revista de noticias, crónicas, discusiones etc., titulada *Journal of the British Astronomical Association*, y el autor del libro del cual aquí nos ocupamos es el director de dicha revista. En este cargo está en contacto íntimo, por una parte, con el espíritu del aficionado serio, y por la otra con los últimos adelantos de la ciencia astronómica. Se halla, pues, en situación privilegiada para escribir una historia de la astronomía.

El libro es, por un lado, precisamente lo que indica su título. Relata la historia de los descubrimientos y deducciones más sobresalientes, y de los hombres que los efectuaron, tan breve y escuetamente que, aunque parece no haberse omitido ningún punto de importancia fundamental, al infrascripto le habría gustado que no fuera tan conciso. Si tal brevedad peca por excesiva, está salvada al final por una lista de unos cuarenta títulos de obras donde el lector puede hallar exposiciones más detalladas de los distintos tópicos. Pero, desde otro punto de vista, el libro es en realidad algo más de lo que el título dice, pues sus últimos capítulos constituyen, como bien lo indica el Astrónomo real en su prólogo, un vistazo general sobre nuestros conocimientos actuales en la materia.

Será en parte una consecuencia de esta característica, pero es también un indicio ilustrativo de la manera "exponencial" en que crece el conocimiento científico, el hecho de que todo lo anterior a Galileo queda despachado por el autor en apenas sesenta páginas; las setenta siguientes le alcanzan para narrar lo que considera importante en los doscientos años de Galileo a W. Herschel, ambos incluídos, y otro tanto para el resto del siglo XIX, mientras la primera mitad de nuestro siglo XX ocupa 112 páginas, divididas en cuatro capítulos. El autor toma la precaución loable de señalar expresamente aquellas cosas que suponemos, sin prueba concreta, destacándolas de los datos históricos completamente fidedignos; de indicar cuando la teoría, actualmente aceptada como la más plausible para explicar tal o cual fenómeno, ofrece a la vez ciertas dificultades para su aceptación, y de presentar en algunas ocasiones breves exposiciones de dos o más teorías todavía en pugna, pero ni comprobadas ni desechadas.

El estilo de la exposición es, en general, una narración sencilla y fácil, lo que será ventajoso, para los lectores que no dominan perfectamente el inglés. La tipografía es, además, muy clara y agradable. Durante la lectura hemos notado algunos errores, no todos meramente tipográficos; ellos son, sin embargo, detalles que no afectan perceptiblemente la utilidad de la obra para el lector general, cuyo interés principal se dirige hacia otras ramas del saber, pero que desea tener un conocimiento somero de la ciencia astronómica, sus problemas y su posición actuales y los jalones principales del camino hacia esa posición. — BERNHARD H. DAWSON.

Texto de Química Orgánica

QUÍMICA ORGÁNICA, *por Ray Q. Brewster. Editorial Médico Quirúrgica. 946 págs. Buenos Aires, 1950. (80.00 m/n.).*

El libro de Química Orgánica del Profesor Ray Q. Brewster acaba de aparecer traducido al castellano por el Dr. José Anthonisen y revisado por los Dres. Oscar Galmarini y Carlos Vega.

Después de una breve introducción el autor recuerda al estudiante los principios de estructura, uniones atómicas y momentos dipolares. Hace especialmente utilización de un método que en manos de algunos investigadores ha adquirido fundamental importancia: el método de resonancia o mesomería. Las distintas estructuras de resonancia se estudian y analizan en el transcurso de toda la obra para un compuesto típico de cada familia en cada capítulo.

La interpretación del mecanismo de las reacciones así como también la deducción de numerosas propiedades físicas y químicas de las substancias orgánicas estudiadas es una preocupación constante del autor.

Esta obra presenta la gran ventaja de encarar los diferentes temas considerando principalmente los aspectos más generales; por esta razón es de carácter diferente a la mayoría de los textos existentes en nuestro idioma. Ofrece al estudiante un medio para ampliar sus

conocimientos acerca de la moderna interpretación de la estructura de numerosas substancias orgánicas y para los que están iniciados en la materia es interesante por sus citas bibliográficas y datos referentes a rendimientos de síntesis de carácter industrial, o bien para métodos de preparación en el laboratorio.

La edición castellana consta de dos tomos, de compaginación corrida; el primero se refiere a los compuestos alifáticos, el segundo trata de los aromáticos.

Se han deslizado algunos pequeños errores en el texto. En la página 160 se repite un error de la edición americana, nombrando al alcohol isobutílico como 2-metil-butanol-1, en vez de 2-metil-propanol-1; en la traducción de esa misma página el aldehido isobutílico, por equivocación, se denominó 2-metil-propanol. En el segundo tomo, al cloruro de bencilo se lo ha llamado cloruro de benzoilo, en la página 575; los subíndices 5,2 y 5,3 deben invertirse en la pág. 698. En ediciones futuras, pequeños errores como estos y algunos de imprenta podrán remediarse con toda facilidad. Salvo algunos detalles como los mencionados, la traducción es buena.

Esto no quita a este libro el valor y utilidad que representa para el estudiante tener un texto de ese carácter en nuestro idioma. — L. C.

La Fisiología al alcance de todos

How Your Body Works, *por Geoffrey H. Bourne. Págs. 228, Sigma books. Londres, 1949.*

La Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia formuló en 1894 la siguiente declaración: "No basta que una verdad científica esté en posesión de unos pocos privilegiados; los que valoran la verdad deben tratar de propagarla y convertirla en propiedad intelectual de la comunidad". Los hombres de ciencia ingleses tienen larga tradición como divulgadores de los conocimientos científicos. Las conferencias de Faraday ante auditorios juveniles, pronunciadas a mediados del siglo XIX en la Royal Institution, pueden citarse como ejemplo de aquel don de saber descender hasta las inteligencias menos preparadas para sembrar en ellas la comprensión y el entusiasmo por la ciencia.

El autor de este libro, que es un joven fisiólogo conocido por sus trabajos sobre la vitamina C y sobre nutrición en general, ha procurado describir en forma simple y amena el funcionamiento del cuerpo humano. Para abordar el tema emplea el método histórico, lo que ayuda a comprender el desarrollo de los conocimientos aparte del interés propio de la historia de la fisiología. Salpica sus descripciones con citas literarias y anécdotas que amenizan la lectura. Abundan los esquemas y las ilustraciones. Algunos de los primeros dejan algo que desear; por ejemplo, la fig. 28, que representa la circulación de la sangre, denomina "sangre impura" a la que proviene del ventrículo derecho y "sangre pura" a la que proviene del pulmón. Otros esquemas hubieran ganado con leyendas más claras.

El estilo es claro y correcto. Uno de los errores más comunes de los divulgadores científicos es creer que para ser comprendidos por el público no informado es menester escribir al estilo de algunos cronistas deportivos. Los autores ingleses no incurren por lo general en este grave error que es, además, falta de respecto al lector, y Bournes se cuida muy bien de hacerlo.

El libro que comentamos no sólo resultará útil para el público general, sino, también, como introducción al conocimiento de la fisiología, para aquellos que tengan que abordar posteriormente el estudio detallado de este tema: estudiantes de medicina y odontología, enfermeros etc. — E. B. M.

Las Toxinas y sus aplicaciones

Le principe des anatoxines et ses applications, *por G. Ramón. 229 págs. Masson et Cie, París, 1950.*

El eminente veterinario que trabajó en el Instituto Pasteur desde 1910, llegando a ser subdirector del mismo, inicia con este volumen la exposición de sus trabajos. Ramón demostró en 1923 que la toxina diftérica bajo la influencia simultánea del formol y el calor perdía totalmente su toxicidad, pero conservaba la propiedad de flocular en presencia del suero antidiftérico y de provocar en los animales la aparición y el desarrollo de la inmunidad contra la toxiinfección diftérica. El producto obtenido fué llamado anatoxina (contrario o inverso de tóxico) porque no era tóxico habiéndolo sido antes. Reunía las condiciones de inocuidad, estabilidad, irreversibilidad y poder antigénico específico.

Las anatoxinas han sido aplicadas a la inmunización humana y animal, para vacunar al organismo y prevenir las enfermedades. Han sido aplicadas a la vacunación antidiftérica, vacunación antitetánica, vacunaciones asociadas, una serie de vacunaciones (carbunco sintomático, bacilos tíficos y paratíficos, cólera estafilococo, carbunco, gangrena gaseosa, algunas afecciones a virus, etc.).

El éxito más notable ha sido en la vacunación preventiva contra la difteria mediante inyecciones de anatoxina diftérica. En muchos países, entre ellos el nuestro, la vacunación es obligatoria y el método está difundido en todo el mundo. Sus resultados han sido notables: así, en Nueva York la mortalidad por 100 000 niños bajó desde 86 por 100 000 (en 1910-1919) a 0.4 por 100 000 en 1948.

La anatoxina tetánica ha sido empleada en la inmunización del hombre y los caballos durante la guerra. En el ejército norteamericano hubo sólo 12 casos de tétano, mientras que hubo centenares en los ejércitos alemán y

japonés y en las poblaciones civiles no vacunadas.

La vacunación es obligatoria en Francia para los niños de menos de un año, por medio de una mezcla de las anatoxinas diftérica y tetánica. En medicina humana y veterinaria se conocen numerosos tipos de vacunas asociadas.

Las anatoxinas se emplean también para obtener rápidamente sueros antidiftéricos, antitetánicos y antiponzoñosos de elevado poder antitóxico.

Este libro, escrito por el autor del método después de 27 años de experiencia, será una obra clásica para los bacteriólogos, epidemiólogos, higienistas, médicos y veterinarios interesados en los métodos de inmunización preventiva y medicación antitóxica. — BERNARDO A. HOUSSAY.

Hidratos de carbono

STRUCTURAL CARBOHYDRATE CHEMISTRY, *por E. G. V. Percival. Págs. VIII + 246. Londres, Frederick Muller Ltd., 1950.*

El conocimiento de los hidratos de carbono se ha ampliado en forma considerable en los últimos años. Su interés del punto de vista de las reacciones químicas como compuestos orgánicos, el conocimiento de su importancia biológica o su aplicación industiral, han aumentado de tal manera que constituyen una de las más importantes ramas en que puede dividirse la química orgánica.

No es de extrañar que en un campo de evolución rápida los libros sean escasos. Existían manuales que aportaban toda la información que se deseara, pero sólo como conocimiento de un hecho y de una cita biográfica —el libro de Tollens-Elsner es un ejemplo—, pero no se había producido en la última década un libro del tipo publicado por el doctor Percival, que si bien considera en el título solamente los aspectos estructurales, la necesidad lo lleva a discutir en el texto muchas reacciones de importancia.

Por eso los primeros capítulos, que están dedicados a los monosacáridos, describen muchas reacciones de interés, que son de aplicación general en la química orgánica.

Los demás capítulos describen las pruebas de la estructura de los oligosacáridos, de los polisacáridos, de los ácidos urónicos y poliurónicos y de los glucósidos. El capítulo sobre glucósidos es forzosamente más esquemático que los anteriores, pues el tema requeriría un volumen por sí solo si quisiera tratarse en forma completa.

Los dos últimos capítulos están dedicados a una miscelanea de substancias. El primero a los polialcoholes alifáticos y cíclicos, a los desoxiazúcares y a la vitamina C. El segundo a la descripción de polisacáridos poco comunes, incluyendo algunos de animales inferiores, bacterias y levaduras.

Este libro tiene la ventaja de estar escrito en forma tal que puede ser empleado como texto de estudio por todos los que se interesen en profundizar la química de los hidratos de carbono. Ilustrará mucho sin ser extenso. La impresión es clara y prácticamente sin errores. — V. D.

Aspectos no bélicos de la energía atómica

ATOMIC ENERGY YEAR BOOK. *237 págs., 14 capítulos y 3 apéndices. Fotografías y figuras en el texto. Editado por John Tutin-Temple Press. London, 1949.*

El problema de la energía atómica constituye uno de los temas más apasionantes de los últimos tiempos en el doble aspecto de sus aplicaciones bélicas y su utilización como fuente de energía para la industria. Este pequeño libro trata en forma amena de todos los problemas no bélicos vinculados con el desarrollo de esta nueva forma de energía.

Después de historiar la ciencia nuclear se refiere en forma muy interesante al histórico momento en que, el 2 de diciembre de 1942, se puso en marcha, por primera vez y bajo la supervisión de E. Fermi, la primera pila atómica que funcionó sobre la tierra. En relato no carente de dramaticidad se describen los detalles que acompañaron la puesta en marcha y la detención de la actividad de la primera pila a reacción en cadena. El tercer capítulo describe los diversos tipos de reactores de energía atómica y los tipos de moderadores que se utilizan. El siguiente trata de los productos derivados de la energía atómica y sus aplicaciones en los diversos campos de la actividad humana. El capítulo 5º resume las consecuencias económicas de la energía atómica y el sexto se refiere a la propulsión aplicando esta forma de la energía. El capítulo 7º detalla los desarrollos vinculados con la energía atómica en Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña, Francia, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Noruega, Suiza, Suecia, Alemania, Rusia, Italia, India y Pakistán, África, Australia y Sud América. Señala, para cada país o región, el estado actual de los estudios y desarrollos técnicos vinculados con este problema. En los capítulos que siguen trata, sucesivamente, los siguientes temas: aspectos legales; planeo de laboratorios de radiación y técnica de seguridad; la felicidad humana y los isótopos; investigaciones médicas; radioisótopos; control internacional de la energía atómica. En el primer apéndice trae una tabla de elementos, isótopos y espin nuclear; en el segundo una lista de academias científicas nacionales de todos los países, y en el tercer apéndice la bibiografía vinculada con el tema.

Se trata, en general, de un trabajo resumido y compacto, pero lleno de datos sugestivos e interesantes. — E. E. G.

INVESTIGACIONES RECIENTES

La nueva familia radiactiva artificial de la serie 4n + 1

El objeto de estas líneas es el de comparar la nueva serie radiactiva artificial con las tres anteriormente conocidas y encontradas entre los elementos naturales, no sólo para completar el cuadro de los elementos radiactivos que ocupan los últimos lugares en la tabla periódica, sino también para observar si en sus características generales, se mantienen las analogías existentes entre las tres primeras familias.

Resulta muy conveniente, para esto, utilizar la representación que dan algunos textos de física teórica y general (3), en la que se adopta para las ordenadas el número del peso atómico, y en las abscisas cada familia se representa independientemente y separada una de la otra. En este diagrama, figura 1, una transformación alfa queda representada por un corrimiento de cuatro unidades del elemento hacia los pesos decrecientes; y una transformación beta, por un desplazamiento, que convencionalmente se toma hacia la derecha, y de una longitud que, también arbitrariamente, se elige igual a la de la transformación alfa. Los

TABLA 1

Elemento		Z	A	Radiación emitida	T	Log $T_{(seg)}$
Neptunio	Np	93	237	alfa	2,2 10^6a	13,840
Protoactinio	Pa	91	233	beta	27 d	6,367
Uranio	U	92	233	alfa	1,6 10^5a	12,702
Torio	Th	90	229	alfa	10^4 a	11,498
Radio	Ra	88	225	beta	14 d	6,082
Actinio	Ac	89	225	alfa	10 d	5,936
Francio	Fr	87	221	alfa	5 m	2,477
Astatio	At	85	217	alfa	2 10^{-2}s	2,301
Bismuto	Bi	83	213	98 % beta	?	—
				2 % alfa	?	—
Polonio	Po	84	213	alfa	3 10^{-6}s	6,477
Talio	Tl	81	209	beta	?	—
Plomo	Pb	82	209	beta	3,3 h	4,075
Bismuto	Bi	83	209	e s t a b l e		

TABLA 2

Elemento	Log $T_{(seg)}$	Elemento	Log $T_{(seg)}$	Elemento	Log $T_{(seg)}$
UI	17,155	Th	17,625	AcU	16,350
UX1	6,320	MsTh1	8,324	UY	4,946
UX2	1,835	MsTh2	4,344	Pa	12,004
UII	12,929	RaTh	7,776	Ac	8,612
Io	12,416	ThX	5,496	RaAc	6,212
Ra	10,699	Tn	1,736	AcX	5,985
Rn	5,518	ThA	0,014	An	0,593
RaA	2,262	ThB	4,582	AcA	3,301
RaB	3,206	ThC	3,560	AcB	3,336
RaC	3,071	ThC'	11,0	AcC	2,113
RaC'	6,000	ThC''	2,260	AcC'	3,699
RaC''	1,892	ThD	—	AcC''	2,456
RaD	8,840			AcD	—
RaE	5,635				
RaF	7,082				
RaG	—				

En la tabla 1 se resumen los datos de la serie completa (1) (2) y, además, a los efectos de su representación gráfica, se han calculado los logaritmos de los *períodos*, o períodos de semidesintegración.

radios de cada círculo, hasta donde lo permite la precisión del dibujo, son proporcionales a los logaritmos de los períodos. Hay varios elementos entre los cuales el RaC', el AcC', el ThC', y el $_{84}Po^{213}$ este último de la nueva serie, cuyos radios por ser muy pequeños

(1) *Physic. Rev.*, 1947, *72*, 252.

(2) HAHN, O.: *Desintegración Atómica y Nuevos Elementos Artificiales*. Ed. M. Marín, Barcelona, 1948.

(3) Puede verse, por ej.: *Physik*, de W. H. Westphal, pág. 631. Viena, 1947; o *Atomic Physic*, de Max Born, pág. 37. Londres, 1947.

no se pueden representar correctamente. En la tabla 2 se dan los valores de los logaritmos de los períodos de los sucesivos términos de cada una de las familias anteriores ([4]). Los círculos rayados indican elementos emisores de partículas alfa, y los en blanco a los estables o que emiten radiación beta.

La figura 2 representa la disposición de los elementos de la nueva serie con relación a los de las tres series anteriores, en un diagrama en el que en las abscisas se llevan los números atómicos (Z), y en las ordenadas los pesos atómicos, pero como función de Z, de acuerdo con la expresión $2Z + c$; c es un número entero, que en el caso de la figura va desde 42 para el RaG y el RaF, a 54 para el UI.

En esta figura una transformación alfa queda definida por un desplazamiento de dos unidades hacia la izquierda, y una transformación beta por el desplazamiento de una unidad hacia la derecha y de dos hacia las ordenadas decrecientes. Los isótopos resultan alineados a lo largo de las líneas verticales, como lo están, por ejemplo, el Rn, el Tn y el An. En cambio, los isobaros (elementos de igual peso atómico), quedan alineados a lo largo de la dirección diagonal definida por las transformaciones beta.

Se pueden hacer las siguientes observaciones:

1) Todos los términos de la nueva familia radiactiva, lo mismo que sucede con las otras tres familias, son de número atómico superior al 81, comprendiendo a éste mismo.

2) Los productos finales estables de las familias del uranio, del actinio y del torio, son tres isótopos del plomo de peso atómico 206, 207 y 208, respectivamente. La nueva familia radiactiva contiene el isótopo 209 del mismo

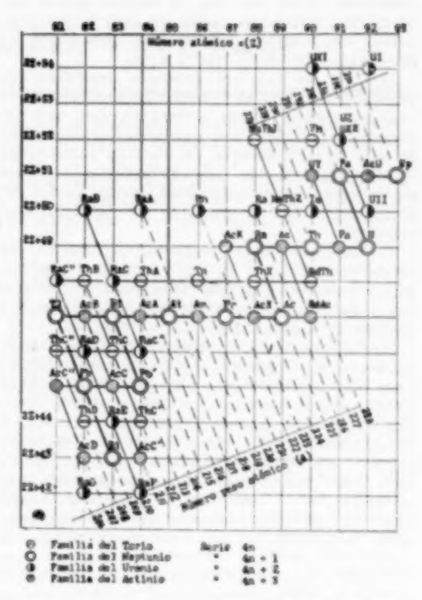


Fig. 2. — *Las cuatro familias radiactivas.*

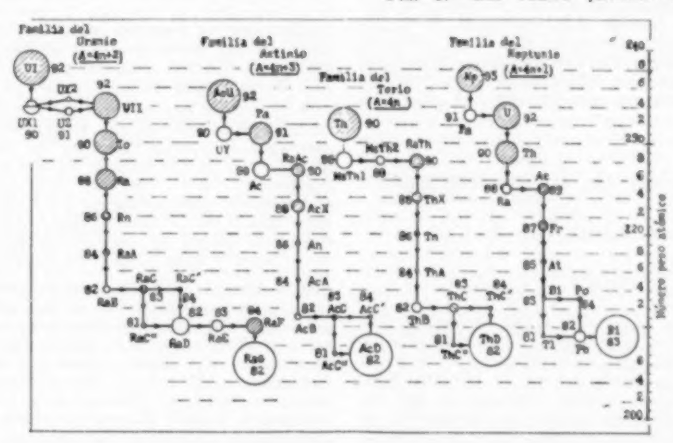


Fig. 1. — *Comparación de las cuatro familias radiactivas.*

([4]) La tabla da los valores de los logaritmos de los períodos expresados en segundos. Para la representación gráfica se pueden expresar en millonésimos de segundos, así todos los logaritmos se hacen positivos, a excepción del correspondiente al ThC', y elegir luego un factor de reducción común. Se han utilizado los períodos recopilados por Stranathan y tabulados en su libro *The Particles of Modern Physics*, pág. 318.

elemento, pero éste no es estable como los anteriores, emite una radiación beta y se transforma en bismuto, $_{83}Bi^{209}$ que constituye el producto final de la nueva serie.

3) Las tres familias naturales contienen el elemento número 86 (emanación), son los tres isótopos radón, torón y actinón que, por su naturaleza gaseosa, han permitido el desarrollo de una técnica especial de medidas radiactivas, la emanometría, no sólo aplicable a trabajos de laboratorio, sino también como medio de prospección. La nueva serie no contiene este elemento.

4) La nueva serie contiene, en cambio, los elementos números 85 y 87 (astatio y francio, respectivamente ([5]) que llenan dos de los pocos lugares hasta hace algunos años vacíos en la tabla periódica.

5) La nueva serie tiene una ramificación al llegar al elemento $_{83}Bi^{213}$, en concordancia con las ramificaciones que las otras familias tienen, respectivamente, en los términos RaC, ThC y AcC. Los cuatro términos son isótopos del elemento 83 y forman la siguiente sucesión regular en los pesos atómicos: AcC^{211}, ThC^{212}, Bi^{213}, RaC^{214}. En cuanto a los porcentajes que corresponden a cada una de las ramas, existe una más estrecha semejanza con la ramificación de la familia del Uranio, en efecto, el 98 % de Bi^{213}_{83} se transforma, por la emisión de partículas beta, en polonio, y el 2 % por la emisión de partículas alfa, en talio; en la familia del uranio, el 99.96 % de RaC se transforma en RaC y el resto en RaC″, mediante transformaciones respectivamente iguales. Con relación a las otras familias, las diferencias son aún mayores. — F. Volpon.

Publicación de informaciones sobre la producción de energía atómica.

En forma simultánea se ha anunciado por los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y Gran Bretaña, que en los próximos meses se ha de dar a publicidad en las revistas especializadas o por propias ediciones, de una serie de informaciones sobre la producción de energía atómica que hasta ahora se consideraban con carácter secreto. Se piensa que esa publicación no tiene absolutamente ningún valor militar y que, por el contrario, es necesaria para permitir la continuación normal de los estudios y las investigaciones sobre los reactores nucleares y para el entrenamiento de los estudiantes que han de dedicarse a esa especialidad.

Entre la información que se anuncia, se especifica que estará la demostración de que no todos los neutrones térmicos que chocan con núcleos de uranio 235 son capturados y producen la fisión del mismo, sino que hay una parte significativa de ellos que transforma a ese uranio en uranio 236. Esos neutrones cesan, por lo tanto, de actuar en la reacción en cadena.

También en la información de Estados Unidos se han de describir cuatro reactores nucleares; uno de ellos sobre la base de uranio-grafito y otros sobre la base de agua-uranio.

A uno de estos reactores sobre la base de agua-uranio se lo denomina reactor homogéneo; está formado simplemente por una solución acuosa de nitrato de uranilo, en el cual el uranio 235 fisionable, está en la relación de 1 a 6 partes con el uranio 238, no fisionable, mientras que en los minerales naturales la relación es de 1 a 140.

Este reactor trabaja desde diciembre de 1944 con una carga de alrededor de 1 Rg, de uranio 235, produciendo un flujo de neutrones de alrededor de 300 billones de neutrones por centímetro cuadrado y segundo en el centro del reactor. El reactor ocupa el volumen de un cubo de aproximadamente 1.5 m. de largo.

La solución de nitrato de uranilo es descompuesta por productos de fisión ionizados y hay una producción continua de hidrógeno y oxígeno, mezcla explosiva que fué necesario tratar de eliminar del ambiente. El control del mismo se hace por medio de cilindros de material adecuado, en especial cadmio.

Se da también la información sobre el reactor de agua pesada que ha sido operado por la Universidad de Chicago y que fué construído hace ya bastantes años ante la posibilidad de que los reactores a grafito no produjeran el material necesario para la construcción de la bomba atómica.

Se considera que este reactor sobre la base de agua pesada es pequeño en relación con los reactores de grafito. Consiste en un tanque de aluminio de algo menos de dos metros de diámetro y cerca de tres metros de alto, que contiene aproximadamente 6.5 toneladas de agua pesada en la cual se encuentran suspendidas 120 barras de uranio metálico de 1.80 m de largo y unos 30 mm de diámetro.

Para eliminar el calor que se produce durante el proceso de fisión, el agua pesada circula continuamente por un intercambiador de calor y actúa entonces no solamente como un moderador, sino también como un agente de enfriamiento. El tanque está colocado sobre una capa de 60 cm de bloques de grafito que soportan a la pila. El grafito refleja los neutrones hacia el reactor. En los lados del tanque hay otros reflectores de igual espesor.

Finalmente, se dará también la descripción del reactor de grafito-uranio construído hace ya ocho años. Es una construcción de cemento que parece una casa sin ventanas de aproximadamente dos pisos, de 9 m de frente por 9 m de profundidad y unos 20 m de altura.

En su interior están colocados los bloques de grafito que, a su vez, contienen las barras de uranio necesarias para la reacción.

EL MUNDO CIENTÍFICO

Publicaciones del Centro de Cooperación Científica de la Unesco en Montevideo

En los últimos meses el Centro de Cooperación Científica para la América Latina que la Unesco tiene en Montevideo y que dirige el Dr. Angel Costa, ha dado a publicidad algunos volúmenes de interés general.

a) *Lista de artículos científicos publicados en América Latina* (1). — En este grueso volumen el Centro ha tratado de reunir los trabajos científicos publicados en 1949 en la América Latina. El fin es múltiple. Además de dar a conocer el conjunto de la labor realizada en esta parte del continente se desea facilitar así el intercambio científico entre diversas naciones de Latinoamérica.

Los trabajos han sido clasificados en: 1) Ciencias en general; 2) Matemática, Física y Astronomía; 3) Química y Bioquímica; 4) Geología, Mineralogía, Geofísica y Meteorología; 5) Geografía; 6) Paleontología y fósiles; 7) Biología; 8) Botánica; 9) Zoología; 10) Ciencias agronómicas; 11) Ciencias veterinarias; 12) Ciencias del ingeniero; 13) Ciencias médicas, éstas últimas divididas en catorce especialidades.

Para facilitar la búsqueda de los trabajos, las primeras páginas traen un índice de las revistas científicas de las cuales han sido tomados. Este índice, clasificado por países, con la dirección de las publicaciones, constituye un excelente catálogo de las mismas y será de utilidad para muchos estudiosos.

Luego viene la lista de trabajos en orden alfabético de autores, que ha de ser muy útil a quienes deseen informarse de la labor realizada en los países latinoamericanos y a los investigadores en general. De la lectura de una de las listas de trabajos es evidente que hay poco intercambio aún entre los mismos países de Latinoamérica, intercambio científico que esta publicación ha de contribuir a aumentar.

b) *Instituciones Científicas y Científicos latinoamericanos.* — En esta serie el Centro de Cooperación Científica acaba de publicar el primer volumen dedicado a Bolivia (2) y a México (3). Los dos serán muy útiles para el mayor conocimiento de la labor científica de esos países, para quienes deseen efectuar intercambio, para el envío de publicaciones, etc.

Se puede repetir en este caso el comentario anterior. A pesar de la cercanía, las naciones latinoamericanas tienen un desconocimiento, en cuanto al aspecto científico, mayor que lo esperado.

Los volúmenes anteriores están a disposición de los interesados en la sede de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias.

(1) *Lista de Artículos Científicos publicados en América Latina.* 506 págs. Montevideo, 1950.

(2) *Instituciones Científicas y Científicos Latinoamericanos.* Bolivia (1er. volumen). 99 págs. Montevideo, 1950.

(3) *Instituciones Científicas y Científicos Latinoamericanos.* México (1er. volumen). 214 págs. Montevideo, 1950.

Comisión Internacional para el Estudio de la Ionosfera

La Comisión Internacional para el Estudio de la Ionosfera creada por el Consejo Internacional de Uniones Científicas efectuó una reunión en Bruselas en septiembre del año pasado, realizándose varias sesiones destinadas a estudiar los siguientes temas: 1) formación de la ionosfera, 2) movimientos en la ionosfera, 3) perturbaciones en la ionosfera y fenómenos solares, e ionización esporádica, 4) partículas solares en la tierra. Al terminar la reunión, la Comisión aceptó una serie de resoluciones que le fueran propuestas, entre las cuales merecen mencionarse las siguientes: La Comisión piensa que dada la segura relación que existe entre una serie de fenómenos de radio y la actividad solar, es necesario un conocimiento mayor de ésta última. Para obtenerlo, la Comisión considera necesario la creación de algunas estaciones de altura adicionales a las existentes, en especial en la longitud de Australia, India y Egipto. La creación de estas estaciones y la labor de las existentes debería unirse en algún mecanismo que permitiera distribuir rápidamente los datos obtenidos para que a su vez puedan ser utilizados y resultar útiles a quienes están experimentando en radio.

La Comisión considera también que debe prestarse especial atención al eclipse total de Sol que ha de tener lugar en 1952 y que ha de permitir efectuar algunos estudios de importancia. Para ello es necesario, desde ya, comenzar el trabajo de preparación de mapas que exhiban los lugares activos del disco y la corona solar, y que estos mapas puedan estar a disposición de quienes han de estudiar el eclipse. El eclipse ha de ocurrir el 25 de febrero y se ha creado desde ya una subcomisión para organizar en forma máxima estaciones para la observación de la ionosfera, para el estudio de radioastronomía y de fenómenos similares.

La Comisión recomendó también calurosamente que se establezcan días mundiales para efectuar investigaciones en la parte superior de la atmósfera, lo que ha de permitir una coordinación de esfuerzos y de información difícil de obtener de otra manera. Para ello recomienda que se establezcan dos días mensuales, uno cerca de la Luna nueva, y el otro cerca del día de Luna llena, en los cuales se coordinarían ciertos tipos de investigación de la ionosfera.

Sobre la influencia de ciertas substancias en los límites de explosión de la mezcla hidrógeno-aire

Por H. J. Schumacher y E. Baum

(Facultad de Química y Farmacia, Instituto de Investigaciones, La Plata)

El siguiente trabajo se ocupa del problema de encontrar mezclas gaseosas que contengan hidrógeno y cuyos límites de explosión sean apreciablemente más favorables que las mezclas hidrógeno-aire puras, y en las cuales se ha fijado como requisito que la densidad de las mezclas de hidrógeno estén por debajo de la del gas de alumbrado.

En la colaboración posterior de los resultados se toma como densidad máxima admisible la densidad $\delta = 10$.

Se han realizado numerosos trabajos sobre la combinación lenta y explosiva del hidrógeno y oxígeno para formar agua. A través de estos trabajos se ha conocido un gran número de detalles experimentales y hechos, y también se ha llegado a dar ciertas explicaciones sobre el desarrollo de estas reacciones *. Es todavía imposible indicar con absoluta seguridad un mecanismo preciso que se adapte a todos los resultados.

Se conoce el hecho de que se presentan diferentes clases de portadores de cadena y que en las diversas zonas de presión y temperatura rigen distintas leyes cinéticas y que, por lo tanto, predominan mecanismos también distintos.

Debe suponerse que las distintas clases de portadores de cadena tienen una importancia diferente, según sean las condiciones del ensayo. Tampoco se sabe con seguridad qué clases de portadores de cadena son de influencia determinante, en especial en las reacciones de explosión.

Por el contrario, se sabe con seguridad que siempre aparecen como portadores de cadena los átomos de hidrógeno (H) y los radicales hidroxilo (OH). Los átomos de oxígeno desempeñan igualmente un papel importante, especialmente, como es natural, a temperaturas altas. En la reacción explosiva habrá que contar también con la aparición de moléculas excitadas; probablemente se encuentre el radical HO_2 y posiblemente también el H_2O_2.

Para impedir la explosión es necesario anular la reacción, o sea mantener su velocidad lo más reducida posible.

Por consiguiente, cuando no se quiere agregar cantidades grandes de gases extraños, en relación con el hidrógeno, deben agregarse substancias tales que capten los portadores de cadena responsables de la prosecución y propagación de la reacción. Por lo dicho se comprende que es difícil, si no imposible, encontrar una substancia que elimine al mismo tiempo todos los portadores de cadena. Aparece, además, un inconveniente, y es que la reacción de un átomo o radical con una molécula produce, por lo general, nuevamente un átomo o un radical.

Por este motivo resultaría adecuado el agregado de ciertos tipos de moléculas tales que entren en reacción rápida con los portadores de cadena y que suministren entonces productos poco reactivos.

Puede decirse, en general, que será muy difícil anular una explosión en condiciones homogéneas por agregados reducidos, ya que hay que suponer que durante la explosión caliente reaccionarán con gran violencia los portadores de cadena con la substancia inicial, en nuestro caso hidrógeo y oxígeno, y con gran rendimiento de choque.

Al fin y al cabo, no debe dejarse de considerar que la producción, prosecución y propagación de una explosión se compone de un gran número de procesos muy complicados. Además del comportamiento químico de la substancia agregada frente a los portadores de cadena que aparecen en la producción de agua, es también importante el comportamiento térmico (estabilidad térmica) a altas temperaturas de las substancias agregadas y, finalmente, también su capacidad de absorber la energía de los productos activados o calientes. Una substancia agregada puede influir, por lo tanto, de distintas maneras. Puede tener simultáneamente cualidades buenas y malas, de las que pueden predominar unas u otras, según las condiciones de concentración y temperatura. Puede imaginarse, por ejemplo, que un gas sea capaz de eliminar en forma rápida los portadores de cadena, pero que por otro lado sea muy poco estable térmicamente, de modo que se descomponga a temperaturas relativamente bajas formando radicales.

Como ya se dijo, la influencia total de una substancia, como se comporta en las experiencias, es la resultante de diversas variables, de influencias parciales; por eso no ha de ser fácil y, ante todo, no ha de ser posible siempre de modo inequívoco, sacar conclusiones de los resultados, sobre la manera de actuar de las substancias agregadas.

Tampoco ha de lograrse siempre predecir con certeza la eficiencia de substancias aún no investigadas más detenidamente. Por esta razón hemos investigado una gran cantidad de substancias y tipos de substancias de los más variados.

Estimamos que únicamente será posible dominar bien el tema y juzgar con seguridad sobre las distintas posibilidades, en caso de disponer de un material de ensayo extenso y, en lo posible, completo.

(*) Véanse los correspondientes capítulos en los libros Semenoff, N.: *Chemical Kinetics and Chain Reactions*. Oxford, 1935; Schumacher, H. J.: *Chemische Gasreaktionen*. Dresden, 1938; Jost, H.: *Explosions- und Verbrennungsvorgänge in Gasen*. Berlín, 1939; Kassel, L. S.: *Kinetics of Homogeneous Gas Reactions*. N. York, 1940.

Los agregados deben cumplir con una serie de requisitos más, si estas mezclas han de aplicarse técnicamente. Tienen que ser de fácil preparación a partir de materias primas que se encuentren en el país; tienen que ser térmicamente estables a las temperaturas comunes y, a temperaturas bajas, por ejemplo a –5°C, deben tener una tensión de vapor saturado mayor que la correspondiente a su presión parcial en la mezcla. No deben corroer el material (metal o tejido) de la envoltura.

Para obtener siquiera algunos puntos de referencia sobre la eficiencia de determinadas clases de substancias, no se tomaron inicialmente en consideración algunas de las exigencias últimamente citadas. Naturalmente, se eligieron sólo aquellos agregados que deberían ejercer una acción de acuerdo con consideraciones generales de la cinética de las reacciones y en base a la experiencia propia.

El aparataje y la realización de los ensayos

El aparataje con el cual se efectuaron las mediciones está esquemáticamente representado en las figuras 1 y 2. En éstas están aclarados todos los detalles.

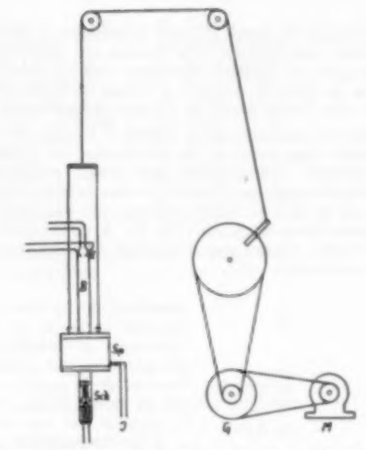


Fig. 2. — *B: Bureta de explosión; E: Electrodos; Sch.: Agitador magnético; Sp.: Bobina del agitador; J.: Entrada de la corriente; G.: Polea de transmisión; M.: Motor.*

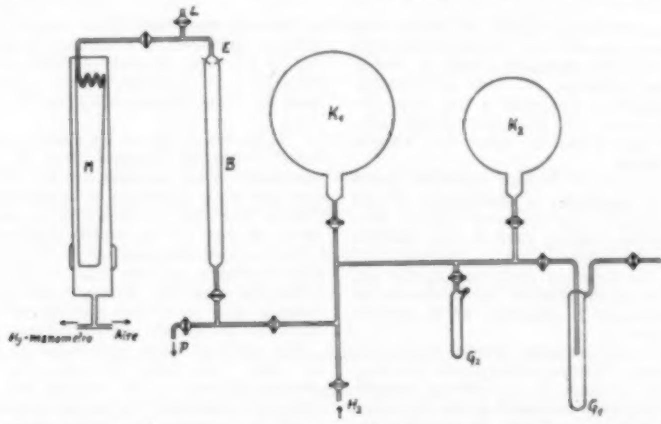


Fig. 1. — *B:. Bureta de explosión; E.: Electrodos; G_1 G_2.: Trampas; K_1.: Balón de almacenaje para la mezcla; K_2.: Balón de almacenaje para el gas adicionado; M.: Manómetro de cuarzo, según Bodenstein; P.: a las bombas (bomba de aceite rotativa y bomba de difusión de mercurio); L.: Llave de entrada de aire; H.: Llave de entrada del hidrógeno.*

La bureta de explosión B, de vidrio, tenía las siguientes dimensiones: diámetro interior aproximadamente 21.5 mm; largo, alrededor de 37 cm; capacidad, 1 300 cm^3, aproximadamente; distancia de los electrodos (E) 3 mm. Los electrodos se encontraban unidos al secundario de una bobina de inducción. El incendio se produce mediante un pulsador que cierra el circuito primario del inductor. La corriente del primario es de 2 amperes con una tensión de 4 voltios. La distancia normal entre las dos puntas del inductor es de 15 mm.

En los diversos ensayos se procedió en la forma siguiente: Primeramente fueron preparadas, en estado puro, las substancias a agregar y se las mantuvo en las trampas G_1 o G_2. Después de hacer el vacío en el aparato se llenó el balón K_2 con la substancia a agregar y desde él se llenaba el balón K_1 hasta la presión deseada.

En ciertas ocasiones se llenaba K_1 directamente con el gas proveniente de la trampa G_1 ó G_2. La presión fué medida siempre por medio de un manómetro de cuarzo M, utilizado como aparato de cero y se leía en un manómetro de mercurio.

Después se llenó K_1 con hidrógeno hasta la presión atmosférica. La bureta de explosión evacuada se llenaba entonces con la mezcla hasta la presión deseada y luego se hacía entrar aire hasta tener la presión atmosférica.

Por el movimiento de subida y bajada de un flotador que contenía en su interior un núcleo de hierro —movimiento que podía realizarse mecánicamente por medio de una bobina a través de la cual se hacía circular una corriente— se mezclaban los gases (fig. 2). A continuación se dejaba pasar una descarga eléctrica entre los electrodos (E).

Parte experimental

Los diversos ensayos y los resultados obtenidos en ellos están representados en forma de tablas y diagramas. Los encabezamientos de las tablas contienen las indicaciones siguientes: En primer lugar se menciona la mezcla; ($H_2 + Br_2$) aire, por ejemplo, indica determinación del límite explosivo de la mezcla hidrógeno + bromo frente al aire. Las indicaciones siguientes dan la composición de la mezcla; por ejemplo: 5.7 mm Br_2; 745.3 mm H_2, significa que la mezcla contiene bromo e hidrógeno en la proporción 5.7:745.3.

δ:	densidad de la mezcla, al estado gaseoso.
P:	presión total en la bureta antes de la explosión (es decir p/mezcla de hidrógeno + p/aire).
t:	temperatura, en grados centígrados.
p/mezcla:	presión de la mezcla de hidrógeno en milímetros de mercurio a la temperatura t del ensayo.
p/Aire:	la presión del aire en la bureta en milímetros de mercurio a la temperatura t del ensayo.
% Aire:	el porciento de aire contenido en la mezcla gaseosa de la bureta.
Δ P:	el grado de reacción, en forma de cambio de presión por efectos de la explosión.

Como consecuencia del paso de la descarga eléctrica puede ocurrir uno de los fenómenos siguientes: 1º) Una reacción rápida y visible con aparición luminosa; 2º) Una propagación lenta de aparición luminosa a lo largo de todo el recipiente; 3º) Reacción visible solamente sobre una parte del tubo; 4º) Ningún fenómeno visible.

Los casos 1º a 3º fueron tomados como reacciones de explosión y designados en las tablas con el signo "+". Cuando no se presentaba reacción visible, caso 4º, se indicaba en las tablas un signo "—".

En todos los casos se leyó, por medio del manómetro M, la cantidad de los productos de reacción, mediante el descenso de la presión respectivamente.

Los ensayos demostraban que el límite explosivo superior (mucho hidrógeno) era muy definido en la mayoría de las mezclas ensayadas, y que hasta muy cerca del límite de explosión la cantidad de productos de reacción era prácticamente nula.

El límite explosivo inferior (poco hidrógeno) no era tan definido, pudiéndose apreciar especialmente que la formación de cantidades apreciables de agua se podía observar siempre con composiciones aún muy alejadas del límite.

Para lograr resultados reproducibles y siempre correctos se vió que era necesario desarmar y limpiar el aparato repetidas veces en el transcurso de los ensayos. Debido a las substancias agregadas a los productos de reacción o de descomposición se formaban a veces, en la bureta y en las tuberías de la instalación, empañamientos que no podían eliminarse completamente por bombeo y que influían en los resultados sensiblemente, aunque no en forma determinante.

Sobre la exactitud de los ensayos puede decirse lo siguiente: la exactitud de las mediciones en una serie de ensayos podría ser de aproximación 0.25 %, mientras que el límite absoluto de error estaría comprendido entre 1 y 2 %.

El hecho de que en los ensayos indicados el límite explosivo superior para el hidrógeno puro está en los alrededores de 25.9 %, mientras que en la literatura se encuentran a veces valores que difieren de aquél en algunas unidades de por ciento, podría explicarse porque la forma y dimensiones de la bureta de explosión empleada en cada caso tienen una cierta influencia sobre los límites, y que en nuestros ensayos sólo se utilizó hidrógeno común de tubo, no purificado ulteriormente.

Los ensayos están agrupados de modo que en cada caso están reunidos los resultados correspondientes a los ensayos con la misma substancia agregada. En primer término se menciona la mezcla (I) que contiene el mayor porcentaje de gas agregado. De éstas se han determinado en cada caso los límites explosivos superior e inferior (designados como "L.S." y "L.I."). Luego siguen las mezclas que contienen menores cantidades de gas agregado (II, III, etc.). De éstas se determinó, en general, solamente el límite superior, puesto que, salvo excepciones, pudo establecerse que el límite inferior sólo era influenciado en medida reducida por los agregados. Por lo tanto, basta la determinación del valor más desplazado.

De las numerosas series de experiencias realizadas, solamente se dan los valores tabulados para 5 de ellas; las restantes se dan en forma de curvas.

En primer término, se indican en la tabla 1 las distintas substancias agregadas.

1. Ar	12. CH_4	23. $CClF_3$	34. C_3H_8
3. CO_2	13. CH_3Cl	24. HCOOH	35. $C_3H_7 \cdot Cl$(n)
2. N_2	14. CH_3Br	25. CHCl = CHCl	36. $C_3H_7 \cdot Br$(n)
4. Br_2	15. CH_3I	26. $CH_3 - CHCl_2$	37. $C_3H_7 \cdot NH_2$(n)
5. $NO_2(N_2O_4)$	16. CH_3OH	27. $CH_2Cl - CH_2Cl$	38. $C_3H_6 \cdot Cl_2$(n)
6. N_2S	17. $CH_3 \cdot NH_2$	28. $CH_2Br - CH_2Br$	39. $C_4H_9 \cdot Cl$(n)
7. NH_3	18. CH_2Cl_2	29. $CH_3 - CF_3$	40. $C_4H_9 \cdot Br$(n)
8. $POCl_3$	19. $CH \cdot Cl_3$	30. C_2H_5Cl	41. $C_4H_9 \cdot Br$(sec)
9. $Fe(CO)_5$	20. $CH \cdot Br_3$	31. C_2H_5Br	42. $C_4H_9 \cdot NH_2$
10. $SiCl_4$	21. CCl_3F	32. $C_2H_5 \cdot OH$	43. $C_5H_{11} \cdot Br$(iso)
11. $Pb(C_2H_5)_4$	22. CCl_2F_2	33. $C_2H_5 \cdot NH_2$	44. $C_6H_6 \cdot$

Tabla 1. — Preparación u origen y purificación de las substancias utilizadas como agregados

Ensayos

Ensayo 1. — *Límite de explosión superior e inferior de la mezcla H_2/Aire.*

L.S. P = 757 mm Hg; ρ = 2.0; t = 21°C.

pH_2	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observac.
629.0	128.0	16.90	0.7	—	
562.8	194.2	25.70	1.5	—	
558.8	198.2	26.20	37	+	Expl.
543.8	213.2	28.20	71.5	+	

El límite superior de explosión es de 25.9 % de aire.

L.I. P = 757 mm Hg; t = 20°C.

pH_2	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observac.
52.5	704.5	93.0	0.5	—	
69.1	687.9	90.7	3.2	—	
81.0	676.0	89.4	8.0	+	
83.9	673.1	89.0	101.7	+	

El límite inferior de explosión es de 89.2 % de aire.

Ensayo 2. — *Límites de explosión de la mezcla (H_2 + Ar)/*Aire.

L.S., 1°

Ar = 116.5 mm Hg; H_2 = 655.8 mm Hg; P = 767.6 mm Hg

ρ = 7.8; t = 20°C

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
571.5	196.1	25.5	0.5	—	
567.9	199.7	26.0	55.2	+	

El límite superior de explosión es de 25.7 % de aire.

L.I., 1° P = 767.9 mm Hg; t = 20°C

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
101.2	666.4	86.7	4.7	—	
105.3	662.3	86.2	85.1	+	

El límite inferior de explosión es de 86.6 % de aire.

L.S., 2°

Ar = 55.2 mm Hg; H_2 = 720.2 mm Hg; P = 755.1 mm Hg;

ρ = 4.7; t = 20°C.

pMezcla pAire % Aire Δ P Expl. Observaciones

L.S., 3°

Ar = 9.7 mm Hg; H_2 = 745.8 mm. Hg; P = 753.4 mm Hg;

ρ = 2.4; t = 20°C.

pMezcla pAire % Aire Δ P Expl. Observaciones

El límite superior de explosión es de 26.4 % de aire.

554.9	200.2	26.5	58.2	+
556.9	198.2	26.2	1.0	—
547.1	206.3	27.4	60.1	+
550.8	202.6	26.9	0.5	—

El límite superior de explosión es de 27.1 % de aire.

Ensayo 3. – *Límites de explosión de la mezcla* $(H_2 + N_2)$*/Aire.*

L.S., 1°
N_2 = 219.4 mm Hg; H_2 = 543.6 mm Hg; P = 768.6 mm Hg;
ϱ = 9.5; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
573.2	195.4	25.4	0.5	—	Expl. en todo el recip.
570.4	198.2	25.7	56.4	+	

El límite superior de explosión es de 25.6 % de aire.

L.I., 1° P = 768.6 mm Hg; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
113.0	655.6	85.2	87.5	+	Expl. en todo el recip.
108.9	659.7	85.7	3.3	—	

El límite inferior de explosión es de 85.6 % de aire.

L.S., 2°
N_2 = 108.5 mm Hg; H_2 = 657.4 mm Hg; P = 767.9 mm Hg;
ϱ = 5.7; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
569.2	198.7	25.8	0.5	—	
565.4	202.5	26.6	60.8	+	Expl. en todo el recip.

El límite superior de explosión es de 26.2 % de aire.

L.S., 3°
N_2 = 9.9 mm Hg; H_2 = 760.3 mm Hg; P = 767.9 mm Hg;
2.4; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
557.0	210.9	27.4	0.5	—	
553.5	214.4	27.9	59.1	+	Expl. en todo el recip.

El límite superior de explosión es de 27.7 % de aire.

Ensayo 4. – *Límites de explosión de la mezcla* $(H_2 + CO_2)$*/Aire.*

L.S., 1°
CO_2 = 144.3 mm Hg; H_2 = 603.2 mm Hg; P = 743.2 mm Hg;
ϱ = 10.0; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
477.7	265.5	35.7	126.7	+	Expl. en todo el recip.
519.7	223.5	30.0	1.5	—	
515.4	227.8	30.6	81.5	+	Expl. en todo el recip.

El límite superior de explosión es de 30.3 % de aire.

L.I., 1° P = 743.2 mm Hg; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
93.2	650.0	87.4	3.4	—	
103.8	639.4	86.0	16.2	—	
104.9	638.3	85.9	80.3	+	Expl. a trav. t. el rec.

El límite inferior de explosión es de 86.0 % de aire.

L.S., 2°
CO_2 = 79.7 mm Hg; H_2 = 662.4 mm Hg; P = 742.3 mm Hg;
ϱ = 5.4; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
517.2	225.1	30.2	76.8	+	Expl. a trav. t. el rec.
519.9	222.4	29.9	1.2	—	

El límite superior de explosión es de 30.1 % de aire.

L.S., 3°
CO_2 = 10.0 mm Hg; H_2 = 730.6 mm Hg; P = 742.3 mm Hg;
ϱ = 2.5; t = 20°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
514.0	228.3	30.7	66.0	+	Expl. a trav. t. el rec.
517.9	224.4	30.2	1.0	—	

El límite superior de explosión es de 30.6 % de aire.

ENSAYO 5. – *Límites de explosión de la mezcla ($H_2 + Br_2$)/Aire.*

L.S., 1°

Br_2 = 5.7 mm Hg; H_2 = 745.3 mm Hg; P = 754.1 mm Hg;

ρ = 3.2; t = 21°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
517.2	236.9	31.4	1.3	—	
499.1	255.0	33.8	86.0	+	Expl. en todo el recip.
504.8	249.3	33.0	0.4	—	

El límite superior de explosión está en 33.4 % de aire.

L.I., 1° P = 754.1 mm Hg; t = 21°C.

pMezcla	pAire	% Aire	Δ P	Expl.	Observaciones
75.7	678.4	90.0	7.8	+	Expl. en 1/3 del recip.

El límite inferior de explosión es de 90.2 % de aire.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los ensayos individuales se valoraron gráficamente para cada substancia agregada, de acuerdo al esquema de la figura 3. En los diversos diagramas siguientes, se representa, en abscisas, la cantidad en milímetros, de la substancia agregada, y en ordenadas el contenido, en por cientos de aire necesario para obtener el límite superior de explosión. Los valores se refieren siempre a una presión de la mezcla ($pH_2 + pGas$ agregado) de 760 mm de mercurio. La ordenada da, así, el límite superior de explosión. Comienza con el valor 26, valor que está próximo al límite superior del hidrógeno puro.

Los diagramas demuestran en forma evidente que, aunque la forma de las curvas individuales en general se asemeja mucho, salvo pocas excepciones, la influencia cuantitativa de las diversas substancias agregadas es marcadamente diversa.

A través de la forma general de las curvas, se ve que en la primera parte la acción del agregado crece proporcionalmente a su concentración, para disminuir más adelante con el aumento del contenido en substancia agregada. De especial interés es la influencia máxima * y sobre todo la pendiente del crecimiento.

Para una mejor visualización de la influencia de las clases de moléculas emparentadas entre sí, se han reunido varios diagramas en una misma figura (esquemas 3-18).

A continuación observaremos brevemente las familias de curvas representadas en los esquemas 3-18.

La figura 3 representa la influencia de los gases inertes Ar, N_2 y CO_2. Como era dable esperar, los límites superiores de explosión están desplazados muy poco. Sin embargo, es de hacer notar que cantidades más grandes de CO_2 ρ = 10) desplazan el límite inferior en cerca del 5 %, en el sentido favorable.

Fig. 3

En la figura 4 se aprecia la influencia, sobre el límite explosivo superior, de substancias inorgánicas químicamente activas. La efectividad del NO_2, no grande ya de por sí, pasa por un máximo para un agregado de 5 mm.

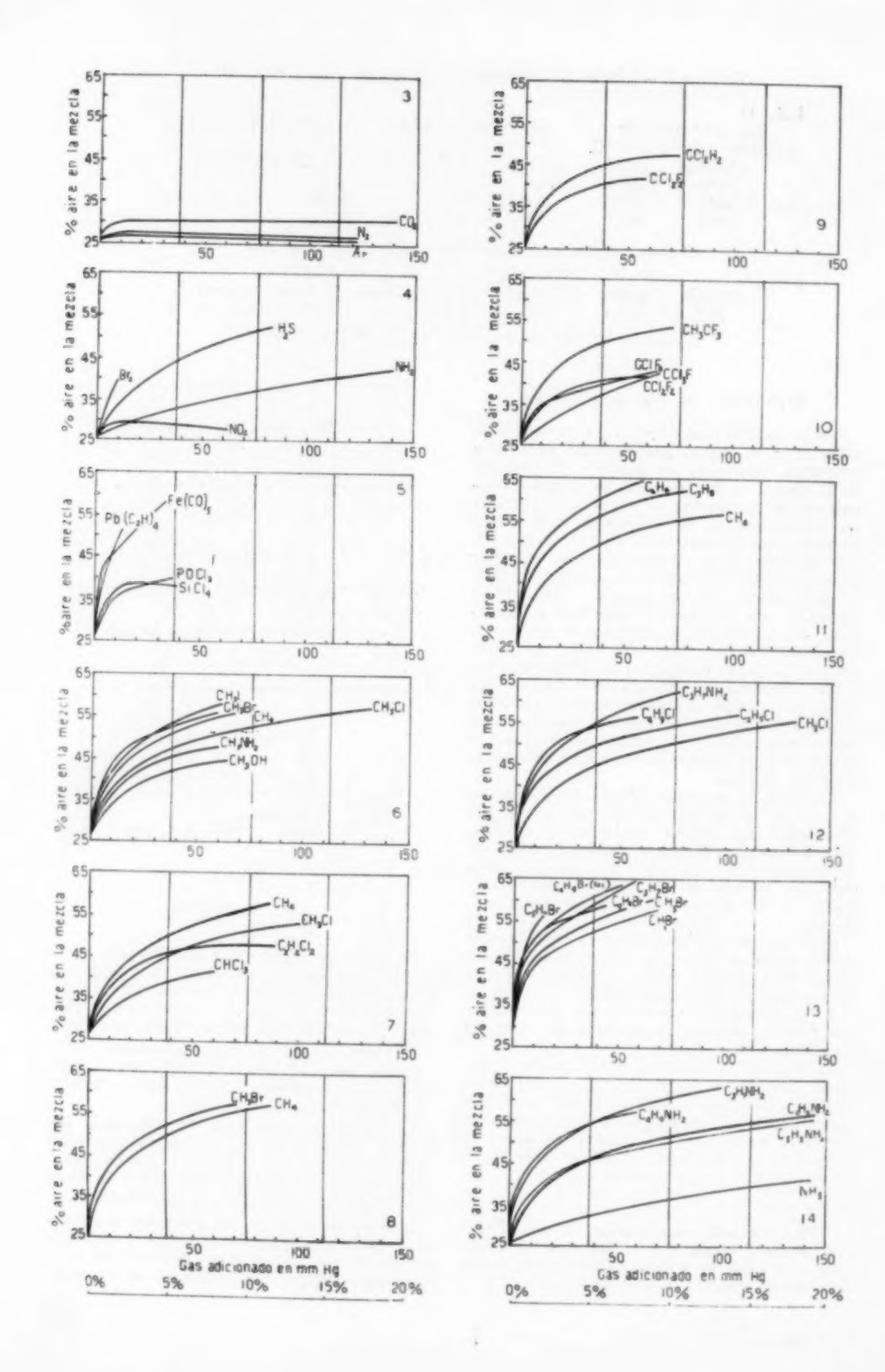
El amoníaco influye siempre, aunque relativamente poco. El Br_2 y el H_2S, por el contrario, son bastante efectivos, como también era de esperar.

La figura 5 representa la influencia del $SiCl_4$ y $PCOl_3$ y de las substancias conocidas como antidetonantes: $Pb(C_2H_5)_4$ y el $Fe(CO)_5$.

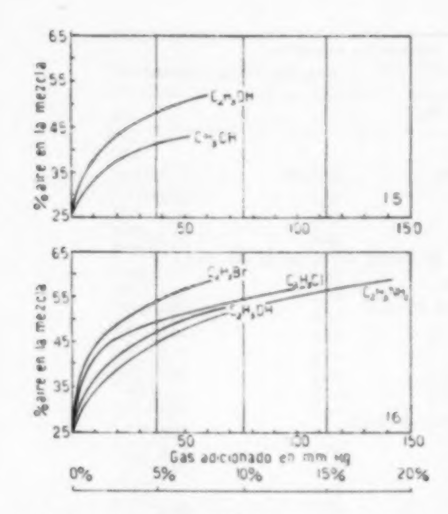
En el caso del $SiCl_4$ y del $POCl_3$ se llega muy rápidamente al máximo de influencia.

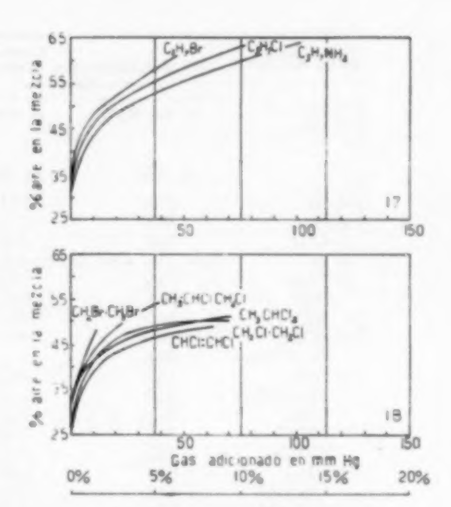
Lo característico de los otros dos compuestos es la gran pendiente de crecimiento de la curva; ya unos pocos mm producen un gran efecto. Es de hacer notar que no se investigó

* Para agregados muy grandes, en general dan una densidad mayor que la admisible; las condiciones se hacen poco claras, especialmente cuando la sustancia agregada es combustible de por sí.



% aire en la mezcla
Gas adicionado en mm Hg
0% 5% 10% 15% 20%
3
CO
N2
Ar
4
H2S
NH3
Br2
NO2
5
Fe(CO)5
Pb(C2H)4
POCl3
SiCl4
6
CH3I
CH3Br
CH4
CH3Cl
CH3NH2
CH3OH
7
CH4
CH3Cl
C2H4Cl2
CHCl3
8
CH3Br
CH4
9
CCl2H2
CCl2F2
10
CH3CF3
CClF3
CCl3F
CCl2F2
11
C4H10
C3H8
CH4
12
C3H7NH2
C4H9Cl
C2H5Cl
CH3Cl
13
C3H7Br
C2H5Br
CH3Br
CH3Br
14
C3H7NH2
C4H9NH2
C2H5NH2
NH3





la influencia del $Pb(C_2H_5)_4$ puro, sino la de la mezcla antidetonante comercial denominada 1-T-fluid. Además de varios agregados en pequeña cantidad, este preparado contiene cerca del 30 % de $C_2H_4Br_2$.

En la figura 6 se muestra la efectividad de una serie de derivados metílicos, comparada con la del metano. La forma de las curvas de todos los compuestos es muy semejante. El ioduro de metilo muestra la influencia relativamente mayor. En cambio, comparando los límites explosivos de las mezclas de igual densidad, la efectividad del metano es, netamente, la mayor.

La figura 7 muestra las curvas correspondientes a varios derivados clorados del metano. El aumento del contenido de cloro hace disminuir la efectividad. Aun a igualdad de presión parcial, el metano influye más que cualquier otro compuesto.

La influencia de los derivados bromados, según hace ver la figura 8, es superior a la del metano, cuando no se considera la densidad. El CH_3Br y $CHBr_3$, en el rango investigado, tienen una influencia más o menos igual.

La figura 9 muestra otra vez que al aumentar el contenido de halógeno en la molécula, disminuye la efectividad.

En la figura 10 se muestra la influencia de numerosos derivados clorados y fluorados del metano. La influencia es siempre pequeña para los compuestos exentos de hidrógeno. En cambio, la efectividad del metilfluoroformo es notablemente más alta.

La figura 11 muestra las curvas de influencia de metano, propano y benceno. La curva para el benceno asciende en forma pronunciada y es la más favorable. Teniendo en cuenta los pesos moleculares, se encuentra que para densidades más altas el metano es el que influye más.

La figura 12 da las curvas para los monocloruros de diversos hidrocarburos alifáticos. La figura 13 da la de los correspondientes bromuros. En general, la pendiente de las curvas aumenta con el número de átomos de carbono. La influencia del bromuro de butilo secundario a presiones elevadas es algo mayor que la del bromuro de metilo primario.

La figura 14 muestra la influencia de una serie de aminas. Como puede verse, en genral la influencia aumenta con el número de átomos de carbono. Sin embargo, ocurre también que curvas vecinas se intersecten. El esquema 15 muestra la efectividad de los alcoholes. También acá la curva del alcohol etílico está por encima de la del alcohol metílico.

En la figura 16 se representan curvas para distintos compuestos de etilo y en la 17 para compuestos de propilo. El cloruro influye en cada caso más fuertemente que la amina y el bromuro más que el cloruro correspondiente.

Finalmente, en la figura 18 está representada la influencia de varios compuestos que contienen dos átomos de halógeno. Nuevamente queda demostrado que la curva para los compuestos de bromo es mucho más inclinada que la del correspondiente compuesto de cloro, que la efectividad aumenta con el número de átomos de carbono y que la presencia de una doble ligadura en la molécula ejerce una influencia desfavorable.

Conclusiones de los resultados de los ensayos. — Se dan, en la tabla 2, para una mejor observación, los resultados de todos los ensayos reunidos en Tablas (Tabla 1). Se dan los límites explosivos para agregados de 10 mm y 50 mm y para densidades 4 (densidad del helio) y 10 (que es la densidad máxima que puede utilizarse para fines prácticos) de las mezclas gaseosas dadas.

Substancia	Límite superior de explosión			
	Presión parcial de los gases agregados		Densidad de las mezclas	
	10 mm Hg	50 mm Hg	4	10
	% Aire	% Aire	% Aire	% Aire
+ Ar	27.0	36.5	36.5	25.0
+ N_2	27.5	27.0	37.0	25.6
+ CO_2	30,5	30.5	30.4	30.3
+ Br_2	Para 5.7 mm mezclados, el límite superior es de 34.4 (1)			
+ NO_2	29.0	28.6	28.8	— (1)
H_2S	34.2	46.7	46.2	58.0
NH_3	28.0	34.2	39.0	56.2
+ $POCl_3$	36.0	40.5	36.0	40.0
$Fe(CO)_5$	46.5	—	45.5	57.5
+ $SiCl_4$	36.7	38.0	36.0	38.2
* $Pb(C_2H_5)_4$	48.0	— (1)	42.0	— (1)
CH_4	40.6	52.5	59.5	76.6
CH_3Cl	37.5	47.6	43.8	56.0
CH_3Br	44.0	54.5	46.2	57.0
+ CH_3I	41.5	56.0	42.5	54.5
CH_3OH	33.6	43.0	43.1	— (1)
CH_3NH_2	36.6	47.0	47.2	61.0
CH_2Cl_2	39.0	47.3	42.8	48.5
+ $CHCl_3$	32.8 mm de agregado el límite superior es de 40.3			
+ $CHBr_3$	Para 5	40.4	33.7	40.8
+ CCl_3F	30.0	40.2	30.3	39.2
+ CCl_2F_2	35.3	41.8	36.7	41.8
+ $CClF_3$	36.0	42.5	37.0	43.6
+ HCOOH	29.0	—	—	— (1)
CHCl=CHCl	40.0	48.4	43.0	49.0
CH_3–$CHCl_2$	42.3	50.2	44.8	51.5
CH_2Cl–CH_2Cl	41.7	50.2	45.5	50.7
* CH_2Br–CH_2Br	46.2	—	44.0	— (1)
CH_3CF_3	41.0	51.5	45.0	54.0
C_2H_5Cl	42.3	52.1	47.8	57.2
C_2H_5Br	45.5	57.4	47.5	58.2
* C_2H_5OH	38.3	50.5	47.5	— (1)
$C_2H_5NH_2$	34.8	48.8	45.2	59.5
C_3H_8	45.5	58.8	55.6	71.8
C_3H_7Cl(n)	46.8	58.5	50.5	64.3
C_3H_7Br(n)	48.6	62.2	49.2	61.0
$C_3H_7NH_2$(n)	44.8	56.0	51.7	64.7
* CH_3–CHCl –CH_2Cl(n)	44.7	— (1)	47.2	— (1)
* C_4H_9Cl(n)	47.5	57.8	50.8	— (1)
* C_4H_9Br(n)	51.2	— (1)	51.5	— (1)
* C_4H_9Br(sec)	51.2	— (1)	51.7	— (1)
* $CC_4H_9NH_2$(sec)	44.0	56.3	50.2	— (1)
* $C_5H_{11}Br$(iso)	53.5	— (1)	53.0	— (1)
C_6H_6	50.6	63.8	55.5	— (1)

Tabla 2. — Recopilación de los límites superiores de explosión a determinadas presiones parciales de los gases agregados y densidades de las mezclas.

(Los números indican el % de aire en la mezcla)
H_2 (de tubo). Límite superior de explosión: 25.9.

(1) Estos valores no son dados debido a la baja tensión de vapor.

* Significa que las substancias correspondientes, como un único componente agregado, no se tienen en cuenta porque tienen reducida tensión de vapor. Ejercen una influencia relativamente grande en concentración reducida y posiblemente se deban tener en cuenta cuando se agregan al hidrógeno más de una.

+ Significa que las substancias correspondientes, por su débil influencia, deben ser excluidas.

Seleccionando las substancias más favorables y posiblemente utilizables, hay que tener en cuenta los puntos de vista señalados al principio. Además de esto, están señalados en la Tabla 3 la tensión de vapor de las substancias investigadas para 0 y 5°C.

Substancia	0°C (mm Hg)	—5°C (mm Hg)	Punto de ebull. a 760 mm de Hg
Ar			—186.9°C
N_2			—195.7°C
CO_2			— 79 °C
Br_2	66	50	
$NO_2(N_2O_4)$			— 21 °C
H_2S			— 61.8°C
NH_3			— 33.5°C
$POCl_3$	6	4.5	
$Fe(CO)_5$	6	4.2	
$SiCl_4$	78	60	
$Pb(C_2H_5)_4$	Alguno milímetros de Hg		
CH_4			— 164 °C
CH_3Cl			— 24 °C
CH_3Br	224	590	
CH_3I	149	74	
CH_3OH	29.6	22.0	
CH_3NH_2	alred. de 1000	alred. de 800	
CH_2Cl_2	143	112	
$CHCl_3$	61	46	
$CHBr_3$	3.7	3.3	
CCl_3F	295	235	
CCl_2F_2			— 30 °C
$CClF_3$			— 80 °C
HCOOH	8.2	5	
$CHCl = CHCl$ (téc.)	alred. de 50		alred. de — 58 °C
$CH_3 - CHCl_2$	70	55	
$CH_2Cl - CH_2Cl$	21	15	
$CH_2Br - CH_2Br$	3.9	3.2	
$CH_3 - CF_3$	Orden de valor, algunos miles de milímetros		
C_2H_5Cl	460	12	
C_2H_5Br	165	22	
C_2H_5OH	12.7	8.2	
$C_2H_5NH_2$	370	6	
C_3H_8		4	
C_3H_7Cl (n)	115	2.5	
C_3H_7Br (n)	42	20	
$CH_3-CHCl-CH_2Cl$	15	370	
C_4H_9Cl (n)	30	130	
C_4H_9Br (n)	11	8	
C_4H_9Br (sec)	9	290	
$C_4H_9NH_2$ (n)	19		— 45 °C
$C_5H_{11}Br$ (iso)	3.5	85	
C_6H_6	26	32	
$C_6H_{13}NH_2$ (n)	alred. de 100	alred. de 80	

Tabla 3. — Tensión de vapor de las substancias agregadas entre 0° y 5° C en mm de mercurio y punto de ebullición a 760 mm de mercurio.

Resumen final

Resumiendo todos los resultados, se puede comprobar que los ensayos realizados muestran en forma clara que el límite explosivo inferior prácticamente no es influído por las substancias investigadas.

El límite inferior está en casi todos los casos cerca de 89 ± 1 %. Solamente se desplaza en el sentido más favorable en algunas unidades de por ciento por el agregado de cantidades grandes de amoníaco, bióxido de nitrógeno y de anhídrido carbónico.

Como no se tienen en cuenta agregados de grandes cantidades de amoníaco y de bióxido de nitrógeno, y como por otra parte el agregado de CO_2 influye poco sobre el límite superior, debe decirse que hasta ahora no se ha podido encontrar una substancia utilizable, que al mismo tiempo influya es forma marcada sobre el límite superior y simultáneamente sobre el inferior.

Los ensayos muestran, además, en forma concluyente, que es posible, por agregados apropiados al hidrógeno (aún cuando se lo

hace en cantidades relativamente pequeñas) llevar el límite superior a valores superiores al 50 %, en casos especiales a más de 60 %, y en algunos casos hasta el 70 %.

No es improbable que las distintas clases de portadores de cadena que intervienen se consuman con velocidades diferentes por las distintas substancias agregadas. En este caso las mezclas de substancias adecuadas deberían presentar una influencia mayor que la misma presión parcial de una componente sola.

Es posible que pudiera lograrse de este modo, por agregados bastante menores, efectos grandes, consiguiendo así mezclas de una densidad más reducida y que rindan más que las mezclas con una componente sola.

Cursos en idioma inglés sobre ciencias

Al comienzo del año universitario argentino, la Asociación Argentina de Cultura Inglesa, con la colaboración del Secretario Científico del Consejo Británico, iniciará una serie de cursos sobre ciencias, en idioma inglés.

El propósito de estos cursos es hacer que los estudiantes universitarios e investigadores que ya tengan nociones de inglés, se familiaricen con los términos y aumenten el vocabulario técnico de su especialidad en este idioma.

Se darán dos tipos de cursos, a saber:

a) Cursos cubriendo vocabularios de cada especialidad.
b) Cursos elementales de cada una de las ciencias.

Con el primer tipo de cursos se pretende enriquecer los vocabularios de las respectivas especialidades. En los del segundo tipo se irá desarrollando en cada caso, un curso elemental de una especialidad determinada, para que los alumnos puedan seguir disertaciones en idioma inglés, familiarizarse con los términos técnicos y facilitar la toma de notas y apuntes en este idioma.

Las clases se darán en grupos pequeños para favorecer la atención individual de los alumnos.

Se dictarán cursos sobre física, química, biología general, agronomía general, etcétera, según lo solicitado por los interesados.

Los interesados deberán escribir cuanto antes a la Asociación Argentina de Cultura Inglesa, (Charcas 556, Buenos Aires) o directamente al Secretario Científico del Consejo Británico, (Las Heras 1902, Buenos Aires) indicando cuales son sus intereses científicos, el actual conocimiento del idioma inglés que posean, y en cual tipo de curso desean inscribirse. En esta forma se podrá reunir a los interesados en pequeños grupos, de acuerdo a sus especialidades e intereses.

EL CIELO DEL MES

Sol, Luna y Planetas

Todos los tiempos dados en estas efemérides están en hora de verano, es decir, una hora adelantada a la hora oficial de nuestro país, que corresponde al meridiano 60° al Oeste de Greenwich.

El *Sol* sale el 1° de marzo a las 6h 41m, el 10 a las 6.48, el 20 a las 6.57 y el 31 a las 7.05, poniéndose, respectivamente en las mismas fechas, a las 19.32, 19.20, 19.06 y 18.51. La duración del día será de 12h 51 m el primero de marzo y se reduce a 11h 46m el 31.

La posición del Sol en el hemisferio austral es de 7° 44' Sud en su paso por el meridiano el primer día del mes; el día 21 cruzará el ecuador celeste, y a fin de mes se hallará a 4° 0' 9" al Norte del ecuador.

El día 7 de marzo ocurrirá un eclipse anular de Sol cuya fase central se desarrollará en el Océano Pacífico. El medio del eclipse se produce a la puesta del Sol en el Mar Caribe y la única tierra que cruza en América es Nicaragua, para terminar en la isla austral de Nueva Zelandia, donde el fenómeno se produce a la salida del Sol. En América, el fenómeno será visible como parcial y a la puesta del Sol, desde la región amazónica de Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela, América Central y parte austral de los Estados Unidos de Norteamérica.

La *Tierra* estará el día 21 en el punto equinoccial, a unos 148 950 000 kilómetros desde el Sol.

La *Luna* estará en fase nueva el día 7, en cuarto creciente el 15, en fase llena el 23 y en cuarto menguante el 30. El perigeo, menor distancia a la Tierra, se producirá en los días 2 y 27; y el apogeo, mayor distancia, el día 15.

Mercurio es matutino la primera semana de marzo, pero difícil de ver por estar muy cerca del Sol; el día 11 se hallará en conjunción superior, es decir, estará detrás del Sol, y luego será vespertino, poniéndose una media hora después que el Sol; en resumen, será casi imposible ver a Mercurio en el curso del mes.

Venus es planeta vespertino, visible en el horizonte Oeste en las primeras horas de la noche. Estará cerca de Marte, al principio más bajo que éste, pero luego lo pasará, quedando más alto que Marte y poniéndose éste antes que Venus.

Marte estará a poca altura sobre el horizonte Oeste, casi perdido en el crepúsculo vespertino. Su distancia a la Tierra será de 250 875 000 kilómetros el día 16.

Júpiter está invisible por hallarse detrás del Sol.

Saturno sale una hora después de la puesta del Sol; el día 26 cruza el meridiano de Buenos Aires a la 1 h, correspondiendo a las 0 horas del día 20. El día 23 estará en conjunción con la Luna alrededor de las 4 de la mañana, fenómeno que será invisible para nosotros, pero el día 22 por la noche podremos ver a la Luna al Oeste del planeta, es decir, precediéndolo; luego, al día siguiente, veremos a la Luna al Este, o sea siguiendo al planeta. El día 15 se hallará a unos 1 270 000 000 de kilómetros de la Tierra. Para otros datos referimos al lector a Ciencia e Investigación de febrero de 1951.

Damos aquí un gráfico mostrando el recorrido de *Saturno* por entre las estrellas de la constelación Virgo durante el año 1951; el trazo vertical con el nombre del mes corresponde al día primero, el otro al medio del mes.

Urano es astro telescópico, cruza el meridiano de Buenos Aires al ponerse el Sol el día 26. Su distancia a la Tierra es de 2 790 000 000 kilómetros. Se halla en la constelación Gemini.

Neptuno, telescópico también, sale después que Saturno y se halla algo más al Este en la constelación Virgo. Distancia a la Tierra, 4 370 000 000 kilómetros.

Plutón es muy pequeño para ser visto con telescopios de mediana potencia; se halla a unos 5 360 000 000 kilómetros de nuestro planeta.

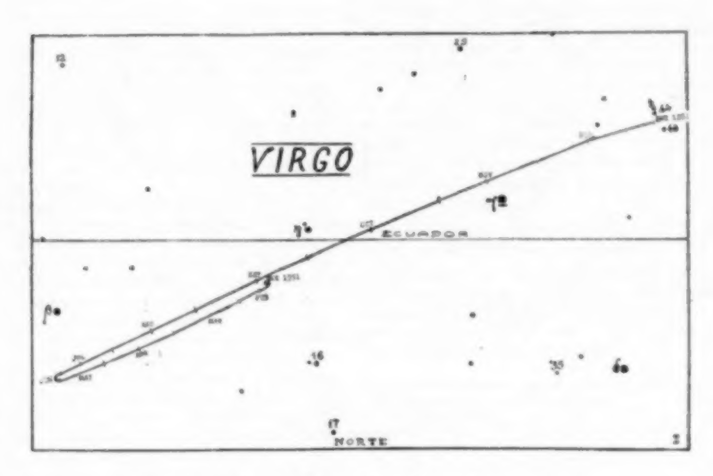
Las Constelaciones Visibles

La carta estelar de este mes nos muestra las constelaciones visibles desde Buenos Aires a las 10 h de tiempo sidéreo, que corresponderá —si continuamos todo el mes con la hora adelantada de verano— a las 0 h el 6 de marzo, a las 23 h del 21 de marzo; a las 22 h del 5 de abril, a las 21 h del 20 de abril; a las 20 h del 5 de mayo y a las 19 h del 20 de mayo. También podrá ser utilizado a la 1 h el 20 de febrero, a las 2 el 6 de febrero; a las 3 h el 20 de enero y a las 4 h el 6 de enero.

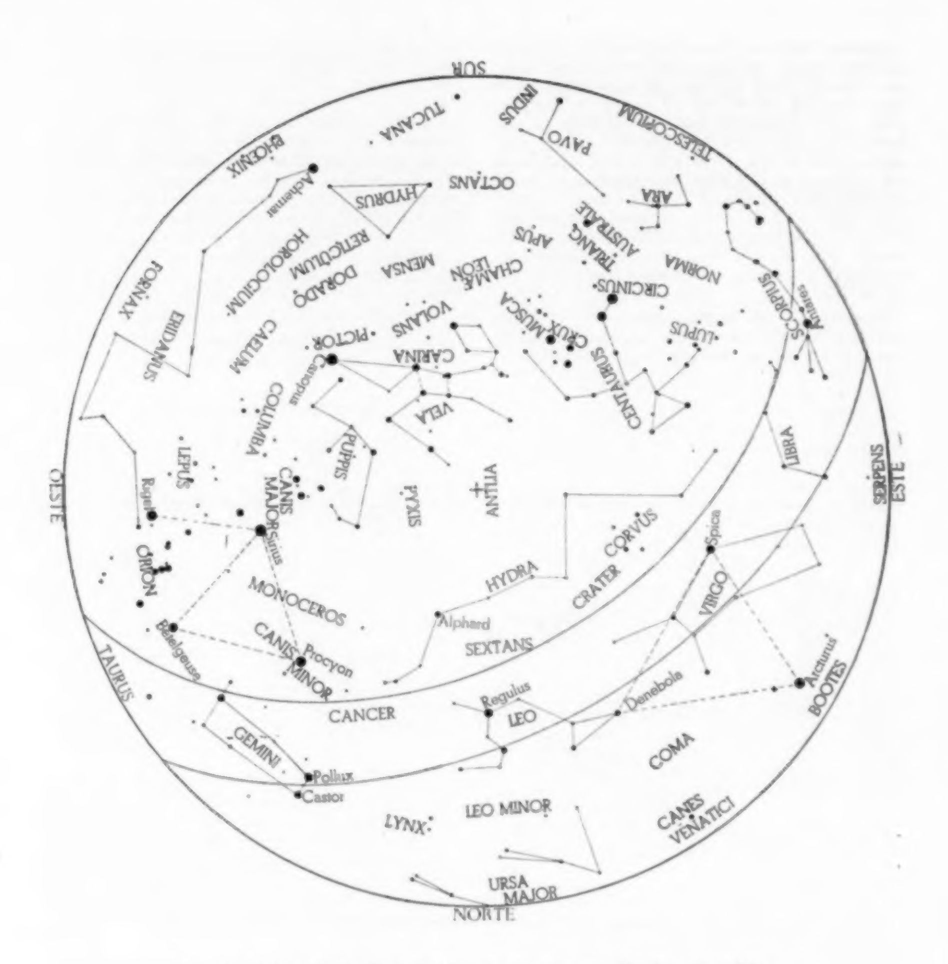
La Vía Láctea se va corriendo del Sud hacia el Este, y del Norte al Oeste, y será fácil seguir su curso con la ayuda del mapa. En el cruce de la línea punteada que parte de la estrella Denebola y corta la faja zodiacal sobre la sílaba *ne* del nombre Denebola, podrá localizarse a Saturno.

Los nombres de las constelaciones se han puesto en el mapa en mayúsculas, colocándolos en general cerca del centro de la constelación correspondiente. A algunas estrellas se les ha puesto el nombre propio, en letra minúscula, para distinguirlas de los nombres de las constelaciones.

Las líneas que cruzan el dibujo indican la



Recorrido de Saturno durante el año 1951



Aspecto del cielo de Buenos Aires a las 10 horas de tiempo sidéreo.

faja zodiacal, y es por allí donde circulan la Luna y los planetas. El eje de esta faja es el llamado "camino del Sol", que en realidad es la proyección de la órbita de la Tierra en el espacio.

Para la buena utilización del mapa, el observador debe colocarse frente al punto cardinal correspondiente al indicado en el margen del mismo, de modo que éste quede hacia abajo; así podrá abarcar todo un sector de cielo que llega hasta el cénit, indicado con una cruz en el centro de la carta. — CARLOS L. M. SEGERS.

COMUNICACIONES CIENTÍFICAS

Ensayos de plántulas de alfalfa a bajas temperaturas

Por Darío Pedro Bignoli

(Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad de Buenos Aires)

Los ensayos que se relatan a continuación se realizaron con la finalidad de encontrar una técnica aceptable para probar la resistencia al frío de plántulas de alfalfa, usando una heladera común.

Estas experiencias pueden ser de gran utilidad para el fitotecnista en sus esfuerzos para criar tipos de alfalfa adaptados a zonas más australes. Para que el método sea aceptable es necesario someter distintas variedades y progenies a un frío uniforme y también establecer si hay correlación entre los resultados de laboratorio y el comportamiento de las plantas que han sobrevivido en condiciones de campo.

Los resultados obtenidos en una serie de experimentos tendientes a determinar la uniformidad de reacción de plántulas de alfalfa sugieren que el problema no es tan sencillo como podría suponerse. Es bien sabido que las ondulaciones de la superficie del suelo, la posición de paredes, cercos, etc. (Rogers, W. S., 1949) puede tener una influencia enorme sobre el daño producido por las heladas en lugares determinados de jardines y montes frutales. Estos factores asumen una importancia mucho mayor cuando se trata de pequeñas plántulas cuya altura no pasa de 1.5 cm. La presencia de terrones en el suelo, bordes rotos de las macetas, posición de las etiquetas de identificación, profundidad del suelo etc., son todos factores que deben ser tomados muy en cuenta si se quiere obtener resultados uniformes.

Las pruebas que se hicieron, tendientes a idear una técnica para ensayar plántulas de alfalfa a bajas temperaturas consistieron en:

1) efecto de la duración del tratamiento sobre la mortandad de las plántulas.

2) influencia de la cobertura de suelo en el daño sufrido por las plántulas.

3) efecto de la posición de las macetas en la cámara de refrigeración.

Antes de comenzar los ensayos se controló la temperatura con termómetros y termógrafo a distintas distancias del motor refrigerante. La variación de temperatura no fué mayor de ± 2° F a la temperatura a que estaba graduada la heladera; por lo tanto, debían esperarse resultados razonablemente uniformes.

Peltier y Tysdall (1932) sometieron plántulas de alfalfa en varios estados vegetativos a temperaturas de –16° C. En estos ensayos las plántulas fueron "endurecidas", antes de ser sometidas a –16°, sometiéndolas de 2° a 4° durante quince días. En los ensayos que se mencionan en este trabajo no se "endurecieron" las plántulas antes de ser tratadas, pues las temperaturas usadas (O° a –6.6°C) fueron muy superiores a las usadas por Peltier y Tysdall.

1) *Influencias de la duración del tratamiento sobre la mortalidad de plántulas.*

Plántulas de *Medicago sativa* que habían germinado hasta la emisión de cotyledones, sobre papel de filtro, fueron tratadas de 2 a 24 horas y a O° y –4.5°. El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos.

Horas en la heladera	Tratadas a 0° C.	Tratadas a –4.5° C.
2	98.50	6.40
4	93.70	5.71
6	6.87	2.14
8	6.67	1.05
12	3.15	—
24	2.10	0.52

CUADRO 1. - Porcentaje de plántulas en estado cotiledonar no dañadas por las bajas temperaturas. (Promedio de cuatro repeticiones.)

Como puede observarse en los tratamientos hechos a O° C y hasta una duración de 4 horas, el daño es muy poco y no hay variación. Después de 6 horas de tratamiento puede verse una rápida caída en el porcentaje de plántulas no dañadas (6 %). La caída en el porcentaje desde las 6 hasta las 24 horas de tratamiento fué pequeña, considerando el número mayor de horas que estuvieron sometidas al frío.

A –4.5° C el daño mayor fué causado después de 2 horas de tratamiento. Debe hacer-

* Trabajo realizado en la *Welsh Plant Breeding Station*, cuando el autor visitaba Gran Bretaña, becado por el Consejo Británico (Año académico 1949-50).

se notar, sin embargo, que el daño mayor en este caso fué debido en gran parte a que las radículas de las plántulas estaban al descubierto; este hecho, como se verá más adelante, aumenta enormemente la susceptibilidad al frío. Además el estado cotiledonar parece ser más susceptible a las bajas temperaturas en esta especie, hecho demostrado también por Peltier y Tysdal (1932).

Con estos resultados se fijó en 6 horas el límite de duración para tratamientos posteriores. En este tiempo se produce suficiente daño como para hacer comparaciones.

2) Influencia de la protección de las radículas sobre el daño causado por bajas temperaturas a las plántulas.

En los ensayos descriptos anteriormente se observó que el daño mayor producido por el frío era en las radículas y para comprobar esto se idearon experiencias tratando plántulas germinadas en macetas cubiertas con una película de arena de 3 a 5 mm y otra serie sin cobertura. Se trataron nueve variedades de alfalfa distintas en estado radicular y cotiledonar; en el cuadro 2 se dan los promedios de los resultados obtenidos.

es que en los primeros estados de desarrollo las partes foliares son más resistentes al daño producido por bajas temperaturas que las radículas. Sería de gran interés, desde el punto de vista de la fisiología, establecer con precisión qué zona de la raíz es más susceptible a los daños producidos por el frío.

3) Efecto de la posición de las macetas dentro de la cámara de refrigeración.

De acuerdo a los controles hechos con termómetros y termógrafo se vió que la temperatura variaba en distintos niveles dentro de la cámara refrigerante, pero la temperatura en distintas partes del mismo nivel era casi constante. En ensayos anteriores se vió que se producían daños en macetas ubicadas en determinadas posiciones dentro de la cámara refrigerante.

Para ver de dónde provenían estos resultados dispares se idearon ensayos también en macetas ydistribuídas en cuadrado latino dentro de la cámara refrigerante.

Antes de tratar las plántulas a bajas temperaturas se tuvo muy en cuenta que las condiciones culturales fueran uniformes. Se utilizaron macetas de tamaño uniforme y en buenas condiciones. La superficie del suelo

Estado radicular		Estado Cotiledonar	
Sin cobertura de arena	Con cobertura de arena	Con cobertura de arena	Sin cobertura de arena
25.83 %	77.28 %	86.88 %	29.52 %

* Se dan los promedios de tres repeticiones de cada una de las variedades que estaban distribuídas al azar dentro de la heladera y de las nueve variedades, pues la diferencia entre variedades no fué significativa; además, sólo se está discutiendo la técnica experimental.

Cuadro 2. - Porcentajes de plántulas de alfalfa (M. sativa) no dañadas por las bajas temperaturas, tratadas durante 6 horas a 0°C.*

Claramente puede observarse, por la información obtenida, que el daño era mucho mayor cuando las raicillas estaban directamente expuestas al frío; en todos los casos la diferencia entre tratamientos fué significativa. Es difícil explicar satisfactoriamente, cómo solamente una fina película de arena haya podido proteger las radículas. No teniendo información definida sobre la penetración del frío es capas de arena, puede suponerse que la cobertura dada a las radículas haya reducido el efecto del tratamiento de frío. Considerando el efecto del frío sobre la punta de las radículas, éstas debían estar a unos 1.5 a 3.5 cm de profundidad, según el desarrollo, y ello dió entonces una protección todavía mayor.

Lo que estos ensayos muestran claramente

se niveló cuidadosamente para que no hubiera protección diferencial de las plántulas. La irrigación fué uniforme, teniendo por lo tanto una humedad igual en todas las macetas y se tuvo cuidado de que no hubieran gotitas de agua sobre las plántulas antes de ser tratadas.

El daño mayor en todos los casos se obtuvo en las macetas que estaban más cerca del motor refrigerador.

La única explicación aparentemente posible a esto sería la mayor circulación de aire que puede haber existido en esa zona siguiendo a los cambios de temperatura que ocurrían cuando el motor se detenía o ponía en marcha. El viento frío puede a veces causar daño en el follaje en condiciones naturales, aún cuando la temperatura sea superior a la crí-

tica para el aire calmo. Este factor, posiblemente, es el que ha influído en este caso.

Estos ensayos indican la necesidad de standardizar las condiciones para ensayar con seguridad unidades compactas y pequeñas como las usadas en estos ensayos.

Estudiando los resultados obtenidos, parecería que un aparato para ensayar plantas debiera reunir las siguientes condiciones: 1) el motor refrigerante deberá estar fuera de la cámara de ensayo, 2) la circulación de aire en la cámara debiera ser uniforme, a pesar de que la eliminación de la circulación de aire posiblemente producirá condiciones muy distintas a las naturales y 3) la cámara de ensayo debiera estar aislada de tal manera que sólo sean necesarios enfriamientos poco frecuentes cuando se está ensayando.

RESUMEN

1. – Se describen una serie de experiencias tendientes a elaborar una técnica para someter plántulas a bajas temperaturas y se hacen sugestiones para la fabricación de un equipo para este fin.

2. – Las raicillas demostraron ser más susceptibles al frío que los cotiledones.

SUMMARY

1. – Experiments on the technique of submitting seedlings to low temperatures are described and suggestions are made for the design of equipment for this purpose.

2. – The radicle was found to be more succeptible to injury from cold than the cotyledones.

Agradecimiento

Estas investigaciones fueron llevadas a cabo en la *Welsh Plant Breeding Station*, cuando el autor visitaba Gran Bretaña becado por el Consejo Británico. El autor desea expresar su sincero agradecimiento al Consejo Británico por esta oportunidad y por la ayuda económica que le ha otorgado.

Agradece, además, al Profesor T. J. Jenkin, D. Sc., C. B. E., Director de la *Welsh Plant Breeding Station*, por las facilidades dadas para realizar este trabajo, y al Sr. Watkin Williams, M. Sc., Jefe del Departamento de Crianza de Tréboles de dicha estación, por su asesoramiento y estímulo durante la realización de estas investigaciones y la preparación del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

PELTIER, G. L., TYSDAL, H. M.: A method for the determination of comparative hardiness in seedling alfalfas by controlled hardening and artificial freezing. *J. Agric. Res.*, 1932, *44* (5): 429.

ROGERS, W. S.: Frost damage to fruit. The present position of Research in England. *Agric. J. Min. Agric.*, 1949, *56* (2), 86.

LOS PREMIOS NOBEL

Otto Diels y Kurt Alder.

(Premios Nobel de Química, 1950)

El Premio Nobel de Química para 1950 tiene la particularidad excepcional de que ha sido concedido a un maestro y a uno de sus discípulos. El primero es el Profesor Otto Diels, y el segundo el actualmente también Profesor Kurt Alder. Otto Diels nació en Hamburgo en 1876. Estudió química en la Universidad de Berlín, donde, como tantos otros ilustres químicos alemanes, pasó por el laboratorio personal de Emilio Fisher.

En esa Universidad se habilitó y comenzó sus tareas de profesor, hasta que en 1916 fué llamado por la Universidad de Kiel, donde con el tiempo desempeñó la jefatura de todo el Departamento de Química, cargos ambos que conservó hasta su retiro, impuesto por la edad.

Kurt Alder nació en 1902. Comenzó sus estudios de química en Berlín, pero su doctorado fué obtenido bajo la dirección de Otto Diels. Sus primeras tareas docentes las desempeñó en la Universidad de Kiel. Por algún tiempo actuó como director de investigaciones en una de las grandes fábricas alemanas de colorantes y en 1940 pasó a ocupar la dirección del Instituto de Química de la Universidad de Colonia, de cuya Facultad de Filosofía es actualmente Decano. El trabajo que es motivo del premio fué iniciado conjuntamente por ambos recipiendarios en una publicación efectuada en los *Liebigs Annalen* en el año 1928, con el título general de "Síntesis en la serie hidroaromática". Señala que era la primera comunicación que tenía como objeto estudiar la adición de compuestos diénicos sobre dobles ligaduras.

No se trataba de una reacción absolutamente desconocida. Existían ya algunas indicaciones de estudios de esa clase, pero, o su interpretación había sido equivocada, o se trataba de algo inicial que no había sido desarrollado.

Los autores en ese trabajo fundamental no sólo aclaran algunos de los errores cometidos por sus predecesores, sino que señalan de una manera ya absolutamente clara y segura la existencia de la posibilidad de adición de una substancia con dobles ligaduras conjugadas sobre una ligadura simple, o acetilénicas, sobre la base de numerosos ejemplos. En la forma por ellos descripta era una reacción que tenía lugar a temperaturas relativamente bajas, sin el empleo de catalizadores. Cuando se conocen los resultados que pueden así obtenerse y las dificultades que tenía siempre la adición de carbono a carbono, se vé claramente la importancia de ese trabajo que permitía obtener esa adición en condiciones sumamente fáciles. Per-



Otto Diels



Kurt Alder

mite en la mayor parte de los casos la formación de compuestos cíclicos que requerían generalmente síntesis muy completas.

Desde esa fecha, Diels y Alder conjuntamente, en algunas oportunidades individualmente, en los últimos tiempos Alder bajo su sola dirección, han publicado innumerables trabajos para aclarar lo que ya era conocido en el campo del a química orgánica como la reacción de Diels-Alder.

Estudiaron el mecanismo íntimo de la misma. Aclararon los problemas de índole estereoquímica que se producían en la reacción. Extendieron la posibilidad de su aplicación y señalaron las limitaciones que tenía, y los compuestos con los cuales podía llevarse a cabo más fácilmente.

Un método de síntesis de esta clase, fácil de llevar a cabo sin mayor complicación en el laboratorio, simple en sus requerimientos de material y de instrumental, no podía dejar de extenderse con rapidez por los laboratorios de química orgánica.

No hay casi hoy revista o publicación especializada que no traiga algún trabajo en el cual no se aplique, en una forma directa o indirecta, la síntesis de Diels-Alder. Con el andar del tiempo el método comenzó a utilizarse en la gran industria. Aparte de que es un principio que ha permitido la síntesis de algunos compuestos de alto peso molecular como los plásticos, la Síntesis de Diels-Alder ha tenido aplicación práctica para la preparación de muchos compuestos orgánicos de gran utilidad: desde insecticidas hasta derivados utilizados para la síntesis de colorantes o de vitaminas. Con el tiempo llegó a aplicarse en la química analítica, pues es una reacción que permite investigar la presencia de dobles ligaduras conjugadas en compuestos naturales y se la utiliza para tal fin.

Mientras el Profesor Alder ha dedicado prácticamente toda su vida de trabajo químico a aclarar y ampliar la reacción que lleva su nombre y que descubriera juntamente con Diels, éste último ha actuado en cambio en otros campos de la química orgánica, donde ha dejado señalada su capacidad. Diels fué el primero en introducir en química orgánica el empleo del selenio como agente de deshidrogenación de compuestos, es decir, como agente que permitía oxidar con un mecaismo fijo substancias naturales.

Ese método, aplicado al colesterol, le dió una pequeña cantidad de un hidrocarburo que se conoce hoy en química con el nombre de hidrocarburo de Diels. Su estructura, desconocida en el momento en que fué obtenido, fué aclarada posteriormente y ha tenido un papel importante en el establecimiento de la estructura definitiva del colesterol y de las substancias a él relacionadas, las hormonas, los ácidos biliares, los venenos digitálicos, etc.

La obtención del hidrocarburo de Diels a partir de una substancia natural, se considera hoy como una prueba casi segura que su estructura está vinculada a la de los esteroles, es decir, al ciclopentanofenantreno.

Además, el Profesor Diels trabajó en una serie de problemas diferentes a los mencionados y, entre otros trabajos, merece señalarse que a él se debe la síntesis, por vez primera, del subóxido de carbono.

Diels ha publicado también un pequeño texto de química orgánica elemental de una claridad y calidad muy grandes, que ha determinado la traducción del mismo a varios idiomas, incluso en castellano, y que ha tenido en el original una cantidad considerable de ediciones que prueban su éxito. — *V. D.*

CONGRESOS Y REUNIONES INTERNACIONALES

1951

Conferencia sobre diseño de instrumentos eléctricos. Secretaría: Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, London, W. C. 2 (mayo 28-30).

III Congreso Internacional del Petróleo. Holanda, The Hague (mayo 28-junio 6).

III Congreso Internacional de Hidatidosis (postergado de 1950), Brasil (mayo 1951).

Conferencia de Instituciones de mecánica civil e ingeniería eléctrica. Londres (4-15 junio).

II Asamblea General de la Unión Internacional de Cristalografía. Estocolmo (junio 27 - julio 3).

XIII Congreso Internacional de Psicología. Estocolmo (julio 16-21).

Conferencia sobre Control automático. Secretaría: R. G. Silversides, H. Q., D. S. I. R., Charles House, Rgent Street, S. W. L. Cranfield, Nr. Bedford (julio 16-21).

IV Congreso Internacional del Mar. Ostende (julio).

Asamblea general de la Unión Astronómica Internacional. Leningrado (agosto 1-8).

IX Congreso Internacional de Ciencia Avícola. París (agosto 2-9).

IX Congreso Internacional de Entomología. Secretaría: c/o Physiological Laboratories, 136, Rapenburgerstraat, Amsterdam. Amsterdam (agosto 17-24).

Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. Bruselas (agosto 24 - septiembre 1).

XII Congreso y XVI Conferencia de la Unión Internacional de Química. Washington y New York (sept. 8-17).

II Congreso bienal de la Unión Internacional de Sociedades de Químicos del Cuero. Londres (septiembre 10-13).

IV Congreso Internacional sobre Salud Mental. México D. F. (diciembre 14-22).

Congreso Internacional de Entomología. Amsterdam (fecha a fijar).
las Plantas. París (fecha a fijar).

II Congreso Internacional de Protección a Conferencias de Tipógrafos del Commonwealth. Sud Africa (fecha a fijar).

1952

VI Asamblea General del Consejo Internacional de Uniones Científicas. Secretaría: Prof. F. J. M. Stratton, Gronville and Caius Colleges, Cambridge. — The Netherlands (verano).

Correo Argentino	Central B	TARIFA REDUCIDA Concesión No. 2622

Imp. Bona - Chile 1432, Bs. As